धूमकेतु.

लेखक

कृष्णाजी शंकर दीक्षित, बी. ए.,
असिस्टंट मास्तर हायस्कूल, सातारा.

आर्यभूषण प्रेस, पुणें.

किंमत ५ आणे.

१९०९.

धूमकेतु.

लेखक

कृष्णाजी शंकर दीक्षित, बी. ए.

शिक्षक, हायस्कूल, सातारा.



पुणें येथें

आर्यभूषण छापखान्यांत हरि नारायण गोखले

यांनीं छापून प्रसिद्ध केलें.

सन १९०९.

किंमत ५ आणे.

प्रास्ताविक शब्द

आपल्या देशांतील सामान्य जनतेस ज्ञानप्राप्ति व्हावी अशी इच्छा असल्यास मातृभाषेंत निरनिराळ्या विषयांवर नाना तऱ्हेचीं पुस्तकें प्रसिद्ध झालीं पाहिजेत. महाराष्ट्र भाषेंत कोणत्याही विषयावर व्हावे तितके ग्रंथ अजून झालेले नाहींत; आहेत त्यांची संख्या अत्यंत अल्प आहे; यामुळें ज्ञानभांडार फार कोतें आहे. कोणत्याही विषयाचें शक्य तितकें पूर्ण ज्ञान लोकांस महाराष्ट्र भाषेच्या द्वारें मिळावें, अशा दृष्टीनें सर्व विषयांवर ग्रंथ लिहिले जावेत, ह्मणजेच सामान्य जनतेस थोड्या श्रमानें ज्ञानप्राप्ति होण्याचा संभव आहे. शास्त्रीयविषयक पुस्तकांची संख्या तर शक्य तितकी वाढली पाहिजे व ह्या पुस्तकांतून आजतागायत उपलब्ध असलेली सर्व माहिती देण्यांत यावी.

व्यवहारोपयोगी यंत्रशास्त्र वगैरे शास्त्रें कांहीं वेळ बाजूस ठेविल्यास, तदितर शास्त्रांत ज्योतिषशास्त्राचीच महती अत्यंत आहे. कारण ज्योतिषशास्त्र ह्मणजे विश्वरचनेचें शास्त्र, व विश्व हा ईश्वरनिर्मित आदिग्रंथ होय. याच ग्रंथाच्या द्वारें आपणांस "खरें ज्ञान" ह्मणजे "ईश्वराविषयीं ज्ञान" मिळणार आहे.

ज्योतिषशास्त्राची जर इतकी महती आहे, तर महाराष्ट्र भाषेंत सामान्य जनतेस ज्योतिषविषयक ज्ञान देणारे असे लोकोपयोगी ग्रंथ होतील तितके पाहिजे आहेत. मराठी भाषेंत ज्यातिषशास्त्रांतील लोकोपयोगी भागांवर (Popular astronomy) दोनच ग्रंथ आहेत; एक माझे परमपूज्य पितृचरण कै० शं० बा० दीक्षित यांनीं रचिलेला "ज्योतिर्विलास" हा ग्रंथ, व दुसरा ज्योतिर्विद् कै० मल्हार खंडेराव चिटणीसकृत "अंतरिक्षांतील चमत्कार" हा ग्रंथ होय. पण या दोन्ही पुस्तकांत प्रत्येक विषयास फार तर २५ पानें इतकीच जागा देतां आली आहे. ह्मणून आजतागायत प्रत्येक विषयाची जी माहिती उपलब्ध आहे, ती सर्व विस्तृत रीतीनें या ग्रंथांतून आणतां आली नाहीं.

ही अडचण दूर व्हावी ह्मणून, ज्योतिषशास्त्रांतील निरनिराळ्या विषयांवर विद्यमान माहितीनें परिप्लुत अशीं लोकोपयोगी पुस्तकें इंग्रजी भाषेंत खूप आहेत, तशींच मराठी भाषेंत असावींत असें मनांत येऊन हा पहिला प्रयत्न वाचकांपुढें सादर केला आहे. वाचकांकडून उत्तेजन मिळाल्यास "सूर्य आणि त्याची घटना," "चंद्र

आणि त्याची घटना " इत्यादि अनेक विषयांवर लहानगीं पुस्तकें लिहिण्याची फार इच्छा आहे.

लवकरच म्हणजे सन १९१० च्या मध्यास एक अतिमोठा धूमकेतु दिसणार आहे; तेव्हां सामान्य वाचकांस धूमकेतूंविषयीं आगाऊच माहिती मिळावी अशी इच्छा झाली, म्हणून " धूमकेतु " हा विषय पहिल्यानें हातीं घेतला. अनेक इंग्रजी ग्रंथांधारेंच हें पुस्तक लिहिलें आहे, हें वेगळें सांगावयास नको. तथापि या विषयासंबंधीं शोधक वाचकांकडून उपयुक्त सूचना आल्यास, त्यांचा पुढील आवृत्तीच्या वेळीं योग्य विचार करण्यांत येईल. प्रमादांबद्दल क्षमा व्हावी एवढें सांगून हे " प्रास्ताविक शब्द " पुरे करितों.

सातारा हायस्कूल,
जानेवारी १९०९.

कृष्णाजी शंकर दीक्षित.

६ क्र ६१६८

धूमकेतु.

धूमकेतु हा एक विलक्षण, अद्भुत व भव्य देखावा असल्यामुळें अलीकडे त्याकडे जनतेचें विशेष लक्ष लागलेलें दिसतें. धूमकेतूंच्या इतिहासांत अजून किती तरी गोष्टी न समजणाऱ्या असल्यामुळें, व जाणत्या माणसांच्याही मनांत धूमकेतूंविषयीं अचाट व अमर्याद कल्पनांचा तरंग चालत असल्यामुळें हा विषय वादास योग्य असा झालेला नाहीं. आजपर्यंत धूमकेतूंविषयीं जी आपणांस माहिती मिळालेली आहे ती पुढें मिळणाऱ्या माहिती चा कितवा अंश आहे ह्याची आज कल्पनाच बांधतां येत नाहीं. शेक्सपियरच्या ह्यामलेट नाटकांत ह्यामलेट होरेशिअस यास ह्मणतो " मित्रा, तत्त्वज्ञांच्या स्वप्नांत सुद्धां येणार नाहींत, इतक्या गोष्टी स्वर्गांत सांठलेल्या आहेत. " हा अत्युच्च देखावा व त्यायोगें होणारी सार्वत्रिक करमणूक ह्यामुळें धूमकेतूचें आगमन झाल्याबरोबर मानवी मनोवृत्ति उच्छृंखल होतात, व माणूस कल्पनातरंगांत वाहत जाऊं लागतो.

प्राचीन काळीं लोकांस धूमकेतु हा एक उत्पात वाटत असे. सर्व राष्ट्रांच्या प्राचीन ग्रंथांत प्रत्येक धूमकेतूच्या उदयाचा कांहीं तरी भयंकर गोष्टीशीं संबंध वर्णिलेला आढळतो. कित्येकांनीं पृथ्वीचें व धूमकेतूचें नातें लावण्याचा प्रयत्न केला. ते ह्मणत, पृथ्वीवर ज्या सर्व वनस्पति दिसत आहेत, त्या सर्वांचें बीं धूमकेतूंची व आपल्या पृथ्वीची गांठ पडून धूमकेतूंपासून आपणांस मिळतें.

सृष्टीचें निरीक्षण करतां प्रत्येक वस्तु निर्माण करण्यांत ईश्वराचा कांहीं तरी विशिष्ट हेतु आहे, अशी खात्री होते व मग धूमकेतूंचा कांहींही उपयोग नाहीं, असें ह्मणण्यास मुळींच जागा रहात नाहीं. धूमकेतु सूर्याचें सर्पण होत, म्हणून जास्त धूमकेतु दिसल्याबरोबर आतां उन्हाळा प्रखर होणार, भाजीपाला करपून जाणार, रोग वाढणार व आगी जास्त लागणार एथपर्यंत सुद्धां मानवी मनोवृत्तींनीं धांव

घेतली आहे. पण मानवी बुद्धीस धूमकेतूंच्या आगमनानें उलट मदतच झालेली आहे. ज्योतिषशास्त्रांतील कांहीं उपपत्तींस धूमकेतूंमुळें उत्तम पाठबळ मिळालें आहे. विशिष्ट जातीच्या द्रव्यावर सूर्याच्या उत्सारक प्रेरणेचा परिणाम होतो; तसेंच प्रत्येक आकाशस्थ ग्रह सूर्याच्या आकर्षणामुळें स्वकक्षेंत नित्य फिरत असतो, ह्या उपपत्तींचें धूमकेतूंमुळें दृढीकरण झालें आहे एवढेंच नव्हे तर, एका ग्रहाचें वजनही धूमकेतूच्या सान्निध्यामुळें तंतोतंत काढतां आलें आहे.

प्राचीन काळीं कांहींजणांचा असा समज असे कीं, धूमकेतु हे अशनि अथवा उल्कांच्या वर्गांतीलच होत; कित्येक ह्मणत, सूर्याच्या उष्णतेमुळें पृथ्वीपासून उत्पन्न झालेला व निर्गत असा हा एक बाष्पमेघच होय; धूमकेतु आपल्या ग्रहमालेचेच अवयव होत ही त्या वेळीं कोणाचीही कल्पना झाली नाहीं. प्राचीन इतिहासांत पुष्कळ धूमकेतु नमूद करून ठेविलेले आढळतात. खिस्ती शकापूर्वी ३७१ सालीं ग्रीक तत्त्ववेत्ता अरिस्टाटल यास एक धूमकेतु दिसला. त्याची शेंडी तीस अंश लांब होती. ह्याहूनही प्राचीन काळीं चीन देशांतील इतिहासांत धूमकेतु नमूद केलेले आढळतात; खि. श. पूर्वी ६२ वे वर्षी खग्रास सूर्यग्रहणकालीं सूर्याच्या अति जवळ एक धूमकेतु दिसला. खि. श. पूर्वी ४३ वे वर्षी, ह्मणजे ज्यूलियस सीझरच्या मृत्यूनंतर लागलीच एक धूमकेतु भर दिवसा दिसला. ही गोष्ट विचित्र खरीच, पण असामान्य नव्हे. इ. सन १८४३ चा प्रचंड धूमकेतु नोवास्कोशिया व माड्रिड येथें मध्यान्हकाळीं दिसला, व केप ऑफ गुड होप येथें सूर्यास्तापूर्वी दिसला. अर्थात् अशा वेळीं धूमकेतूचें फक्त डोकेंच दृश्य असतें, शेंपूट अस्पष्ट असल्यामुळें अदृश्य असतें.

दुर्बिणीचा शोध लागण्यापूर्वी नुसत्या डोळ्यांनीं दिसण्यास शक्य असेच धूमकेतु अर्थात् नमूद करण्यांत आले. अशा धूमकेतूंची संख्या फार थोडी असे व आहे. त्यानंतर मात्र असें एकही वर्ष जात नाहीं कीं, जेव्हां धूमकेतु दिसलेला नाहीं. अलीकडे पाश्चात्य देशांत जो दुर्बिणीचे सहायानें वर्षांत आठ धूमकेतु शोधून काढील त्यास पारितोषिक देण्याची चाल काढिली आहे. सन १८४६ सालीं तर एकंदर आठ धूमकेतु दिसले. दरसाल सरासरी दोन दिसले असें

धरून चाललें तर इतिहासांत (उपलब्ध) असलेल्या ह्या ६००० वर्षांत, एकंदर लहानमोठ्यांची संख्या २० हजारांपर्यंत जाते. मोठा धूमकेतु मात्र सरासरी पंधरा अथवा वीस वर्षांत एकादा दिसतो. कधीं कधीं ह्यांचीही मालिकाच लागते. १८८० सालीं एक मोठा धूमकेतु दिसला, नंतर लागलींच सन १८८२ सालींही एक मोठा धूमकेतु उदयास आला.

जेव्हां एकादा धूमकेतु दुर्बिणींतून पहिल्यानें दृश्य होतो, तेव्हां तो एकाद्या लहानशा चकचकीत ढगाप्रमाणें दिसतो. कांहीं काळानें तो जास्त चकचकीत दिसूं लागतो व त्यास एक शेंपूट फुटतें. तें सूर्य व तो धूमकेतु यांस जोडणारी रेषा पुढें वाढविली असतां त्या रेषेंत, त्या धूमकेतूचें जें अंग सूर्याच्या विरुद्ध दिशेस असतें, तिकडे, पहिल्यानें दृश्य होतें. कांहीं रात्री निघून गेल्यावर तें शेंपूट बरेंच मोठें वाढतें, त्या धूमकेतूचें डोकेंही स्पष्ट दिसणाऱ्या ढगाप्रमाणें भासूं लागतें, व त्या डोक्याच्या मध्यभागीं एक तारका चमकूं लागते, तीस त्या धूमकेतूचें केंद्र ह्मणावें. तो धूमकेतु हळु हळु सूर्याच्या जास्त जास्त जवळ जवळ जातांना दिसतो; व ह्मणून सूर्योदयापूर्वी फार थोडा वेळ, अथवा सूर्यास्तानंतर फार थोडा काळ तो दृश्य असतो. धूमकेतु सूर्याच्या नीचीं जसजसा येत जातो, तसतसें त्याचें शिर आकारानें कमी कमी होतें व शेंडी वाढत जाते. धूमकेतूचे असे तीन भाग स्पष्टपणें झालेले असले ह्मणजे मग तो नुसत्या डोळ्यांनीं दिसण्याजोगा होतो.

धूमकेतूचे तीन भाग कल्पितात. त्याच्या मध्यभागीं सामान्य ताराप्रमाणें एक तारा अथवा चांदणी दिसते. तिच्या भोंवतीं धुरासारखी लहानशी शेंडी असते. तिला शिखा (Coma) ह्मणतात. आणि पताकेसारखें एक मोठें शेंपूट असतें त्यास केतु अथवा पुच्छ ह्मणतात. केतु ह्मणजे पताका. तारा आणि शिखा मिळून धूमकेतूचा अग्रभाग बनतो, त्यास इंग्रजींत केतूचें डोकें ह्मणतात. एक भाग कोठें संपला व दुसऱ्याचा कोठें आरंभ झाला हें बरोबर कधींच समजत नाहीं. कोणी पुच्छ अथवा केतु यासच शेंडी ह्मणतात; या निबंधांत बहुतेक शेंडी हा शब्द वापरला आहे; कचित् शेंपूट

अथवा पुच्छ हाही वापरला आहे. धूमकेतूस ही शेंडी असते ह्मणूनच त्यास शेंडें नक्षत्र हें नांव प्राप्त झालें आहे. सर्व शेंडे नक्षत्रांस ही शेंडी असतेच असें नाहीं.

विश्वाच्या अपार प्रदेशांत तेजोमेघ पसरले आहेत. त्यांस गति आहे. आपला सूर्यही ग्रहमालेसहवर्तमान आकाशांत वेगानें कोणीकडे तरी चाललेला आहे. यामुळें त्या तेजोमेय द्रव्याचे अंश अनादिकालापासून एकेक आपल्या सूर्याच्या आकर्षणानें त्याजकडे येत आहेत, ते हे धूमकेतु असें कांहींचें मत आहे. प्रॉक्टरचें मत असें आहे कीं, प्राचीन कालीं जेव्हां पृथ्वी व इतर ग्रह सूर्याप्रमाणेंच जळत होते, तेव्हां त्यांच्या पोटांतून उष्णद्रव्य वेगानें बाहेर पडलें, त्यापासून नियतकालिक धूमकेतु बनले. सूर्यापासून निघालेलें द्रव्य दर सेकंदास ३८२ मैल या वेगानें बाहेर पडलें, तर तें पुन्हां त्याच्या आकर्षणांत सांपडणार नाहीं. सांप्रत दर सेकंदास ४५० मैल या वेगानें जड द्रव्य बाहेर फेंकण्याची शक्ति आपल्या सूर्यास आहे. अशी ही नियतकालिक धूमकेतूंची घटना शक्य आहे. बहुतेक धूमकेतूंचा वेग दर सेकंदास २६ मैल प्रमाणें आहे. धूमकेतु नीचीं असतात, तेव्हां त्यांचा वेग जास्तींत जास्ती असतो. सन १८४३ च्या धूमकेतूचा वेग दर सेकंदास ३५० मैल होता.

धूमकेतु सूर्याच्या अतिसन्निध गेला ह्मणजे मग तो सूर्याच्या तेजांत लुप्त होऊन दिसेनासा होतो. एकादा प्रचंड धूमकेतु मात्र सूर्याच्या तेजासही न भितां आपली मूर्ति प्रगट करीत असतो. पण असली स्वारी विरळा आढळते. धूमकेतु अशा रीतीनें अस्तास गेल्यावर सूर्याच्या दुसऱ्या अंगास पुन्हा दृश्य होतो. अर्थातच तो या वेळीं पूर्वीच्या वेळेच्या उलट वेळेस व दिशेच्या उलट दिशेस उगवतो. आश्चर्याची गोष्ट ही कीं, त्याचा आकार मात्र आतां कधीं कधीं अगदीं भिन्न झालेला असतो. कित्येकांचा अशा वेळीं मार्गही बदलून ते पूर्वी ज्या गोलार्धांत दृश्य होते, त्याच्याहून दुसऱ्या गोलार्धांत आतां दृश्य होतात. सन १८५८ चा धूमकेतु अगोदर उत्तर गोलार्धांत आपलें उग्र स्वरूप प्रगट करीत होता; सूर्याच्या दुसऱ्या अंगास गेल्यावर त्याची मुद्रा सौम्य झाली, व मग तो दक्षिणगोला-

र्धांतील लोकांस भेटावयास गेला. तसेंच कांहीं भयप्रद धूमकेतु अगोदर दक्षिण गोलार्धांत उदय पावून मग उत्तरगोलार्धाकडे वळतात, तेव्हां त्यांचें स्वरूप अगदीं सौम्य होतें. केव्हां केव्हां एखादा धूमकेतु सन १८६१च्या धूमकेतूप्रमाणें पहिल्यानें अस्पष्ट व नुसत्या डोळ्यांनीं क्वचितच दिसणारा असा असून, सूर्याच्या दुसऱ्या अंगास गेला ह्मणजे मात्र मोठा थोरला होऊन त्याच्या शेंडीचा फवारा आकाशाचा बराच भाग जिंकून टाकितो. सन १६५२ चा धूमकेतुही याप्रमाणेंच नीचीं गेल्यानंतर मग वृद्धि पावला, तेव्हां त्याच्या पूर्वीच्या आकाराचें व नवीन आकाराचें प्रमाण १ स १३८०० झालें. सन १६८० व सन १८४३ चे धूमकेतुही ह्या तऱ्हेचेच होते. कित्येकांचीं शेंपटें नाहींतशीं होतात, व मग ते ओळखूंही येत नाहींत; मात्र ते निश्चित मार्गानें जात असतात म्हणून तेच हे असा निश्चय करतां येतो. सन १८३५—३६ च्या धूमकेतूस अगोदर सुंदर शेंडी होती; पण सूर्याच्या दुसऱ्या अंगास गेल्याबरोबर तो बिनशेंड्या झाला.

धूमकेतु आकाशांतील वाटेल त्या भागांत दृश्य होतात. आकाशांत असा एकही भाग नाहीं कीं, तेथें धूमकेतु दिसणार नाहीं. तसेंच धूमकेतु अमक्याच ऋतूंत, अथवा अमक्याच दिवशीं, रात्रीं अथवा दिवसां अमक्याच वेळीं दृश्य होतील असा मुळींच नियम नाहीं. धूमकेतूंचा आकार व देखावाही अमर्याद असतो. कधीं कधीं तो इतका लहान असतो कीं, उत्तम दुर्बिणींतूनही तो लहानग्या ठिपक्याप्रमाणें दिसतो; पण कधीं कधीं तो इतका तेजस्वी व सपाटेबाज असतो कीं, त्याचें पुच्छ क्षितिजापासून तों तहत खस्वास्तिकापर्यंत पसरलेलें असतें. तसेंच पुच्छाची दिशाही अमुकच असें ठरलें नाहीं. एकाद्याचें पुच्छ क्षितिजाकडे वळलेलें असतें, तर एकाचें क्षितिजाच्या उलट दिशेस असतें; एकाचें उजव्या हातास वळलेलें असतें तर एकाचें डावीकडे वळलेलें असतें; पण धूमकेतूच्या पुच्छाच्या या लहरी स्वभावाच्या मुळाशींही एक कायदा आहेच, त्यायोगें विवक्षित धूमकेतूची शेंडी कोठल्या दिशेकडे दिसेल याचा अगोदरच निर्णय करतां येतो. वर्षाच्या कोणत्याही ऋतूंत, कोणत्याही दिवशीं

व कोणत्याही क्षणीं जिकडे सूर्य असेल, त्याचे उलट दिशेसच धूमकेतूचें पुच्छ असावयाचें.

आकाशांतील नक्षत्रें क्षरण न पावणारीं असल्यामुळें, इतर चलज्योतींचा मार्ग ह्या नक्षत्रांच्या योगानें तात्काळ ध्यानांत येतो. अतएव आकाशांतील सर्व चलज्योतींच्या मार्गांत हीं नक्षत्रें जणूं काय मैलांचे अथवा फर्लांगांचे दगडच होत. सूर्य, चंद्र, व ग्रह हे आकाशांत एका विवक्षित मार्गानेंच जातात, त्या मार्गास क्रांतिवृत्त अशी संज्ञा आहे. धूमकेतूंचा मार्ग मुळींच ठरलेला नाहीं. ते स्वैरगामी आहेत. त्यांस मर्यादा मुळींच ठाऊक नाहीं, व ते आकाशांत कोठेंही दृश्य होतील. ते दिसूं लागल्यापासून लागोपाठ दोन चार दिवस निरीक्षण केल्याविना त्यांचा मार्ग मुळींच ठरत नाहीं. सन १८५८ चा धूमकेतु ५ आक्टोबर रोजीं स्वाति नक्षत्राजवळून गेला, तेव्हां स्वाति नक्षत्र त्या धूमकेतूच्या शेंडींतून स्पष्ट दिसत होतें. हा धूमकेतु उगवला तेव्हांपासून त्याच्या मार्गाचें कांहीं दिवस उत्तम निरीक्षण करून, ज्योतिषज्ञांनीं त्याचा स्वातीवरून संक्रमणाचा काल तंतोतंत ठरविला होता. धूमकेतूंचा मार्ग कसा ठरवितात, त्याचा आपण स्थूलमानानें विचार करूं.

ईश्वरानें धूमकेतूंचा मार्ग अमक्याच तऱ्हेचा कां बनविला, हें विचारण्याचा शास्त्रास अधिकार नाहीं. मार्ग अशा तऱ्हेचा आहे, तेव्हां त्याविषयीं अंतर्गत कांहीं साधारण कायदा अथवा नियमन आहे किंवा नाहीं, एवढेंच शोधून काढण्याचें शास्त्राचें काम आहे.

सूर्य अचल असून त्याभोंवतीं पृथिव्यादि ग्रह स्वकक्षेंत नियमित कालांत फिरतात; व त्यांचें सूर्यापासूनचें अंतर ठराविक व अगदीं अढळ आहे. ग्रहांचीं हीं अंतरें त्यांच्या आकाराच्या व महत्वाच्या प्रमाणांत असल्यामुळें, त्यांपैकीं एकाचें सूर्यापासूनचें अथवा दुसऱ्या ग्रहापासून अंतर माहीत असलें तर बाकी सर्वांचें सूर्यापासून अंतर, व महत्त्व काढितां येईल. उदाहरणार्थ, जर आपणास पृथ्वी व मंगळ यांच्या कक्षांतील अंतर माहीत होईल तर, इतरांचें सूर्यापासूनचें अंतर समजण्यास, पृथ्वी व मंगळ ह्यांच्या कक्षांमधील अंतरास. ७३९२ नें गुणिल्यास बुधाचें सूर्यापासूनचें

अंतर निघेल, १·३८१२ नें गुणिलें ह्मणजे शुक्राचें सूर्यापासूनचें अंतर समजेल, १·९०९५ नीं गुणिल्यास पृथ्वीचें सूर्यापासूनचें अंतर मिळेल, २·९०९५ नीं गुणून मंगळाचें, ९·९३४९ नीं गुरूचें, १८·२१४६ नीं गुणिल्यास शनीचें, ३६·६२७३ नीं गुणिल्यावर प्रजापतीचें व ५७·३५५१ नीं गुणिल्यास वरुणाचें सूर्यापासून अंतर समजणार आहे. अर्थात् येथें सर्व ग्रहांच्या कक्षा वर्तुलाकार आहेत असें मानिलें आहे.

पृथ्वी व मंगळ परस्परांच्या अतिसन्निध आल्यावर त्यांच्या कक्षांमधील अंतर अनेक ज्योतिष्यांनीं श्रम करून पृथ्वीच्या व्यासाच्या ६०७१ पट ठरविलें आहे; व पृथ्वीचा व्यास ७९१२½ मैल आहे; ह्यावरून व वर दिलेल्या आंकड्यांच्या मदतीनें सर्व ग्रहांचें सूर्यापासूनचें अंतर काढितां येतें, पृथ्वीचें सूर्यापासूनचें अंतर शुक्राच्या अधिक्रमणकालीं काढितां येतें, तसेंच प्रकाशाच्या गतीवरूनही मिळतें; त्यावरूनही वरीलच आंकडे मिळणें कठिण नाहीं.

हीं भयंकर अंतरें मनांत ठेवून, आपण एका प्रचंड आकृतीची कल्पना करूं या. या आकृतींत सर्व ग्रह आपापल्या कक्षेंत वरील नमूद केलेल्या अंतरावर सूर्याभोंवतीं फिरतात. सर्वांच्या कक्षा दीर्घवर्तुलाकार असून, त्या दीर्घवर्तुलाच्या एका केंद्रांत सूर्य स्थाणूप्रमाणें स्थिर आहे. ह्या दीर्घवर्तुलाकार कक्षा एका पातळींत मुळींच नाहींत, व त्या परस्परांच्या बहिर्वर्ति आहेत; ह्मणजे अगदीं आंत बुधाची, त्याच्या बाहेर शुक्राची, मग पृथ्वी, मंगळ, लघुग्रह, गुरु, शनि, प्रजापती व वरुण या अनुक्रमानें आहेत. ह्या कक्षांत हे ग्रह नियमित कालानें सूर्याभोंवतीं फिरतात.

धूमकेतु सूर्याच्या भोंवतीं फिरतो खरा, पण त्याची कक्षा नुसतीच दीर्घवर्तुलाकार नसून, अतिदीर्घवर्तुलाकार असते. ह्मणून धूमकेतु नीचीं असतो तेव्हांचें त्याचें सूर्यापासून अंतर, उच्चीं असतो तेव्हांच्या अंतराहून फारचपट कमी असतें. बहुतेकांच्या कक्षेंतील नीचींचा बिंदु पृथ्वीच्या कक्षेच्या आंतच आहे, कांहींचा शुक्राच्या कक्षेच्या आंत आहे, कांहींचा तर बुधाच्या कक्षेच्याही आंतच आहे. जर एकाद्या धूमकेतूचा नीचींचा बिंदु पृथ्वीच्या कक्षेच्या बहिर्वर्ति

असेल तर मात्र तो पृथ्वीवरील लोकांस फार करून मुळींच दिसणार नाहीं. त्यांच्या कक्षेतील उच्चीचा बिंदु सूर्यापासून कल्पनातीत अंतरावर असतो. कांहींची कक्षा अन्वस्त व कांहींची अपास्त ह्या आकाराची असते. एकाद्या कारंज्यांतून पाणी फार जोरानें वर उडत खालीं पृथ्वीकडे ज्या आकृतीनें येतें, त्या आकृतीस अन्वस्त (parabola) ह्मणतात. अन्वस्त ही एक दीर्घवर्तुलाप्रमाणेंच भूमितींतील आकृति आहे, व गतिशास्त्रांत दीर्घवर्तुलाकृति गतीस जे नियम लागू करावयाचे, तेच नियम अन्वस्ताकार गतीसही लागू पडतात. फरक एवढाच कीं, अन्वस्ताकारानें फिरणारे देह आपल्या सूर्यास एकदां वळसा घालून गेले ह्मणजे ते अंतरिक्षांत किती तरी लांब पल्ल्यावर जातात याचा पत्ताच नाहीं; कारण त्या अन्वस्ताचा दुसरा केंद्र किती कोटि मैल अंतरावर असतो याची कल्पना करणेंच कठिण. आकाशस्थ देह ठरीव वेळांत नियमितच क्षेत्र आक्रमावयाचे हा जो दीर्घवर्तुलाकार गतीचा नियम तो अर्थातच अन्वस्त गतीस अथवा अपास्त गतीस लागू पडतो. धूमकेतूंच्या कक्षांचे भूमित्याकार याप्रमाणें ठरल्यावर, व त्यांचा आकाशस्थ मार्ग ठरवून टाकल्यावर त्यांच्या गतींचें मेज घेण्यास शास्त्रज्ञांस फार सोपें गेलें.

(शंकू (सूची) च्या बाजूचा पायाशीं जो कोन होतो तितकाच कोन पायाशीं करणाऱ्या पातळीनें शंकू कापिला असतां जो छेद होतो तें अन्वस्त होय; व जास्त कोन करणाऱ्या अक्षेतर पातळीनें तो कापिला असतां अपास्त होतें. अन्वस्ताच्या वक्ररेषेंतील प्रत्येक बिंदूचें आंतल्या एका स्थिर बिंदूशीं असणारें अंतर आणि बाहेरच्या एका स्थिररेषेशीं असणारें अंतर समान असतें. अपास्ताच्या प्रत्येक बिंदूचें स्थिरबिंदूशीं असणारें अंतर स्थिररेषेशीं असणाऱ्या अंतरापेक्षां जास्त असतें. त्या दोन अंतरांचें गुणोत्तर नेहमीं समान असतें.)

वर सांगितलेंच आहे कीं, धूमकेतु अगदीं स्वैरगामी असतात. त्यांच्या कक्षा क्रांतिवृत्तास वाटेल तेथें छेदितात, व क्रांतिवृत्ताशीं वाटेल तेवढा कोन करितात. त्या कक्षा अतिदीर्घ वर्तुलाकार,

अन्वस्त अथवा अपास्त वगैरे वाटेल त्या आकाराच्या असतात. सारांश, ते आकाशाच्या वाटेल त्या भागांत दृश्य होतात. तसेंच, त्यांचा जाण्याचा मार्गही ग्रहाप्रमाणें पश्चिमेपासून पूर्वेकडे असाच असतो असें मुळींच नाहीं. कांहीं धूमकेतु पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातात. म्हणजे मार्गी चालणारे जितके धूमकेतु आहेत, तितकेच वक्रीही चालणारे आहेत.

धूमकेतूच्या कक्षेच्या सर्व अवयवांविषयीं ठाम खात्रीलायक माहिती झाल्याविना तो धूमकेतु पुन्हां दृश्य होईल किंवा कसें हें सांगणें कठिण. पारिभाषिक शब्दांनीं धूमकेतूच्या कक्षेचे भाग अथवा अवयव खालील प्रमाणें होतः--

१ धूमकेतूचें नीचींचें अंतर.

२ कक्षा अतिदीर्घवर्तुलाकार असल्यास केंद्रच्युति, अथवा कक्षा अन्वस्त किंवा अपास्त असल्यास तशी माहिती.

३ त्याची कक्षा व क्रांतिवृत्त यांच्या पातळ्या परस्परांशीं किती अंशांचा कोन करितात तें.

४ कक्षाछेदनबिंदुरेषा, अथवा धूमकेतूंची कक्षा क्रांतिवृत्तास ज्या दोन बिंदूत छेदिते, ते दोन बिंदु सांधणारी रेषा.

५ ह्या कक्षा-छेदन-बिंदु-रेषेशीं कक्षेच्या अक्षानें केलेला कोन.

६ धूमकेतु स्वकक्षेंत सूर्याच्या नीचीं येतो ती नक्की वेळ.

७ त्याच्या गतीची दिशा—वक्री अथवा मार्गी.

ज्याप्रमाणें सूक्ष्म निरीक्षणानें ग्रहांविषयीं आपणांस माहिती झाली आहे, त्याप्रमाणेंच सूक्ष्म निरीक्षणानेंच धूमकेतूंविषयीं वरील माहिती मिळणार आहे.

सन १५७७ त एक धुमकेतु दिसला त्यावरून टायकोब्राहे यानें पहिल्यानें असा तर्क केला कीं, धूमकेतु हा फक्त एकादा ढग नसून एक आकाशस्थ देह आहे, व तो आपल्या चंद्रापलीकडे तरी निदान असला पाहिजे; अतएव त्यास पृथ्वीशीं कांहीं एक कर्तव्य नसून त्याचा व सूर्याचा अतर्क्य संबंध असला पाहिजे. त्या वेळेस ग्रहांच्या कक्षा वर्तुलाकृति असाव्या असा समज असल्यामुळें, धुमकेतूंच्या कक्षा वर्तुलाकारच असाव्यात असा टायकोचा समज होता. ह्या

कक्षा दीर्घवर्तुलाकार असाव्या, अथवा अन्वस्त आकाराच्याही असाव्या अशी पहिल्यानें, नेपल्स येथील गणिती बोरेली याची कल्पना झाली. नंतर १६८० च्या धूमकेतूचें निरीक्षण करून, जर्मन ज्योतिषी डॉरफेल याची अशी खात्री पटली कीं, धूमकेतूंच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुलाकार अथवा अन्वस्त असाव्या. पण त्या अशाच कां असाव्या, अथवा धूमकेतु असल्या असाधारण मार्गाचेंच कां अवलंबन करितो त्याचें सोपपत्तिक विवेचन डॉरफेल यासही त्या वेळेस करतां येईना.

हें सर्व सर ऐझक न्यूटनच्या विलक्षण शोधानें अगदीं स्पष्ट झालें. त्यानें असें सिद्ध केलें कीं, ज्या आकर्षणशक्तीनें सूर्य सर्व ग्रहांस आपापल्या कक्षांतून अगदीं नियमित कालांत फिरवितो तीच आकर्षणशक्ति धूमकेतूंच्याही भ्रमणास मूलकारण होय.

न्यूटन आपला प्रिन्सिपिया नांवाचा ग्रंथ लिहीत असतां, सन १६८० या वर्षी एक धूमकेतु दिसावयास लागला. त्यास आपले गुरुत्वाकर्षणाचे नियम लागतात कीं नाहीं याविषयीं न्यूटनचा विचार सुरू झाला. आजपर्यंत दिसलेल्या धूमकेतूंत अतिभव्य असा हा धूमकेतु होता. तो नोव्हेंबर १६८० पासून मार्च १६८१ पर्यंत दिसत होता. पहिल्यानें तो फारसा चकाकत नव्हता, पण जसजसा तो पृथ्वीच्या कक्षेच्या समीप येऊं लागला तसतशी आपली शेंपटी बाहेर काढूं लागला. तो स्वकक्षेंत ८ डिसेंबर रोजीं नीचीं आला, तेव्हां सूर्यबिंबापासून सूर्याच्या व्यासाच्या $\frac{१}{६}$ इतक्याच अंतरावर होता; त्या वेळेस त्याची गति दर तासास बारा लक्ष मैल ह्मणजे मिनिटास वीस हजार मैल इतकी विलक्षण होती. येथें एक गोष्ट लक्षांत आणिली पाहिजे. आपल्या पृथ्वीचें सूर्यापासून जें अंतर आहे, त्याच्या $\frac{१}{१६०}$ अंतरावर तो ते वेळीं होता म्हणून प्रकाशशास्त्राच्या नियमांप्रमाणें त्यास पृथ्वीपेक्षां, १६० चा वर्ग म्हणजे २५६०० इतकी अधिक पट उष्णता सूर्यापासून मिळत होती; व भर दोन प्रहरच्या उन्हाच्या प्रकाशापेक्षां २५६०० इतके पट प्रकाशही जास्त मिळत असला पाहिजे. इतक्या भयंकर उष्णतेनें पृथ्वीवरील कोणत्याही पदार्थाची वाफ झाल्याविना रहावयाची नाहीं.

अर्थात् त्या धूमकेतूच्या देहांत मोठा आवेग उत्पन्न झालाच पाहिजे. जेव्हां तो आपल्या सूर्यमालेच्या बाहेरील अतिथंड प्रदेशांतून फिरत आपणाकडे आला तेव्हां तो अतिकडक थंडीनें गारठून जाऊन घट्ट गोळ्याप्रमाणें बनला असला पाहिजे, कारण एकाद्या धूमकेतूचें सूर्यापासून अतिदूरचें अंतर व अतिसान्निधचें अंतर यांचें प्रमाण कमींत कमी ३००० स १ असें कल्पिलें असतां ह्याच्या व्यस्त प्रमाणाच्या वर्गाच्या प्रमाणांत त्या धूमकेतूस उच्चीं व नीचीं असतांना सूर्यापासून मिळणाऱ्या उष्णतेचें प्रमाण असतें; ह्मणजे ह्या कल्पित प्रमाणांत, धूमकेतु नीचीं असतांना त्यास सूर्यापासून जी उष्णता मिळणें शक्य आहे त्याच्या ९०००००० नव्वद लक्षांश इतकीच उष्णता तो उच्चीं असतां त्यास मिळणें शक्य आहे. याही पलीकडे तो उच्चीं असतांना गेला तर अर्थातच त्यास आपल्या सूर्याची उष्णता मुळींच पोहोंचणें शक्य नाहीं, व दुसरा कोणताही सूर्य त्याच्यापासून फार दूर असल्यामुळें अंतरिक्षांतील निर्वात व कल्पनातीत थंड अशा पोकळींत त्यास कुडकुडत हिंडावें लागतें. अंतरिक्षांतील अति प्रचंड अशा या निर्वात पोकळींत थंडी किती असते याविषयीं शास्त्रीयरीत्या विवेचन करण्याचें अर्थातच हें स्थळ नव्हे. येथें हेंही आणखी सांगितलें पाहिजे कीं, जे धूमकेतु लांबवरून आपल्या सूर्यमालेकडे येतात ते किती दुरून आपणाकडे येतात, त्याची कल्पना मानवास करणें शक्य नाहीं. कारण आपल्या सूर्यास अतिजवळचा दुसरा शेजारीं सूर्य ह्मटला ह्मणजे नरतुरंगांतील कतारा होय. यापासून कोणत्याही आकाशस्थ देहास आमच्या सूर्यमालेप्रत येऊन पोंहचण्यास कमींत कमी ८० लक्ष वर्षें लागतील. कशीं लागतील हें येथें सांगत बसत नाहीं. अतिजवळच्या तारेची ही कथा; अंतरिक्षांत तर असंख्यात सूर्य आहेत. ह्मणून धूमकेतु अंतरिक्षांत किती लांबचा प्रवास करून येतात, याची गणना करीत बसणें हें खपुष्प वेंचण्यासारखें होणार आहे.

आमच्या पृथ्वीच्या कक्षेच्या समशीतोष्ण प्रदेशीं, वर निर्दिष्ट केलेल सन १६८० चा धूमकेतु येऊन पोहोंचतांच त्याची बधिरता जाऊन धडपड सुरू झालेली दिसली; व तो दृष्टोत्पत्तीस येऊं लागला. त्याची

चांदणी तेजस्विता धारण करूं लागली व तिजपासून एक शेंडी अथवा फवारा वाढूं लागला. अर्थात् ८ डिसेंबरच्या दिवशींचा त्याचा आश्चर्यमय देखावा कोणासही दिसणें शक्य नव्हतें. लागलींच सूर्यास वळसा घालून, तो फिरून चार दिवसांनींच दिसूं लागला आतां त्याची शेंडी पहिल्याच्या अगदीं उलट अंगास पसरली होती. तिचा प्रचंड विस्तार नऊ कोटि मैलांचा होता. पहा ! काय विलक्षण प्रेरणेमुळें अथवा जोरानें त्याच्या देहांतून ही शेंडी बाहेर पडली असली पाहिजे. सूर्याच्या विलक्षण आकर्षणशक्तीसही तो धूमकेतु आपणाकडे खेंचून ओढण्यास १० नोव्हेंबरपासून ८ डिसेंबरपर्यंत ह्मणजे एकंदर २८ दिवस लागले, त्या विलक्षण आकर्षणशक्तीच्या जोरापेक्षां हा त्याचा जोर कल्पनातीत प्रचंड असला पाहिजे. हें सगळें विलक्षण गूढ तर खरेंच, पण ते वेळीं त्या धूमकेतूच्या शिरोभागीं जी चळवळ सुरू असेल, तिची थोडीशी माहिती होईल तर हें गूढ उकलणार आहे.

यानंतर दोनच वर्षांनीं दुसरा एक तेजस्वी धूमकेतु दृश्यमान झाला; व एडमंड हॅले यानें न्यूटनच्या पद्धतीनें गणित करून त्याचा मार्ग अन्वस्त आहे असें ठरविलें. त्याच्या कक्षेंतील नीचींचा बिंदु शुक्र व बुध यांच्या कक्षांमध्यें होता. त्याच्या कक्षेंत पातळीचा क्रांति॰ वृत्ताशीं कोनही बराच लहान ह्मणजे १७$\frac{3}{4}$ अंशच होता. त्याचें गमन मात्र वक्री होतें.

ह्या धूमकेतूच्या मार्गाविषयीं गणित बरोबर जुळल्यावर हॅलेनें इतर धूमकेतूंच्या कक्षेविषयीं ही वर दिलेली माहिती गोळा करण्यास सुरुवात केली. अशा रीतीनें त्यानें २४ धूमकेतूंच्या कक्षा ठरविल्या. त्यांपैकीं दोन मोठाले होते, त्यांच्या कक्षा व हॅलेनें हातीं घेतलेल्या पहिल्या धूमकेतूची कक्षा ह्या अगदीं तंतोतंत जुळल्या. ह्या दुसऱ्या दोन धूमकेतूंपैकीं पहिला, अपियन यानें सन १५३१ त पाहिला होता, व दुसरा केप्लर यास सन १६०७ त दिसला होता; सन १५३१ व १६०७ यांतील अंतर ७६ वर्षांचें आहे, व सन १६११ व १६८२ यांतील अंतर ७१ वर्षांचें आहे ह्मणजे जवळ जवळ ७६ च- आहे, ही गोष्ट ध्यानांत आल्यावर हॅले यास असें वाटलें कीं हे तीनही

एकाच धूमकेतूचे नियतकालिक फेरे असले पाहिजेत. ही कल्पना मनांत आल्याबरोबर इतिहासप्रसिद्ध सर्व धूमकेतूंचे सन त्यानें हुडकून काढून जवळ जवळ मांडिले. त्यांपैकीं तीन धूमकेतु सन १३०५, १३८० व १४५६ या सालीं दिसले होते. हीं तीन सालें व वर दिलेलीं तीन सालें जवळ जवळ लिहून त्यास असें दिसलें कीं, या सर्वांत ७५।७६ वर्षांचाच फरक आहे. व त्याबरोबर त्यानें असें सांगितलें कीं, हाच धूमकेतु इतक्या वेळां मागें दिसला आहे, व आतां पुन्हांही तितक्याच वर्षांच्या अवधीनें ह्मणजे सरासरी सन १७५८।५९ त दिसेल. पण या वेळीं हा काळ त्यानें ७७ वर्षांचा धरिला; कारण हा धूमकेतु आपल्या सूर्यमालेकडे परत येतांना गुरूच्या जवळून येईल, व गुरु हा एक प्रचंड ग्रह आहे, ह्मणून त्याच्या आकर्षणाचा त्यावर परिणाम होऊन त्याचा वेग कमी होईल. कोणताही धूमकेतु आपल्या सूर्यमालेकडे परत येतांना मोठमोठाल्या ग्रहांनीं स्वतःकडे आकर्षिला जातो, व त्यायोगें त्याचा वेग कमी होतो, ह्या सिद्धांताचें हा धूमकेतु स्पष्ट उदाहरण आहे. कारण हा (हॅलेचा) धूमकेतु सन ४५१ त ३ जुलईस दिसला, ७६० त जून ११ ला दिसला, १३७८ त नोव्हेंबर ८ ला, १४५६ त जून ८ ला, १५३१ त आगस्ट २४ ला, १६०७ त आक्टोबर २६ ला, १६८२ त सप्टेंबर १४ ला, १७५९ त मार्च १२ ला व १८३५ त नोव्हेंबर १५ ला दिसला. हा धूमकेतु सन ४५१ पूर्वींच्या वेळीं जेव्हां जेव्हां दिसला, त्या सर्व तारखा चीनच्या ज्योतिष्यांनीं नमूद करून ठेविल्या आहेत. त्यावरून असें दिसतें कीं, क्रिस्ती शकापूर्वीं १२ वे वर्षीं ह्याची पहिल्यानें नोंद आहे. या सर्व तारखांवरून मोठाले ग्रह त्याच्या गतीस मंदत्व आणितात, असें हॅले यास स्पष्ट दिसलें. ग्रहांच्या गति व त्यांची आकर्षणशक्ति लक्षांत आणून हॅलेनें असें ठरविलें कीं, गुरूच्यायोगानें या धूमकेतूची गति ५१८ दिवसांनीं मंद होईल व शनीमुळें १०० दिवसांनीं होईल. याप्रमाणें या धूमकेतूच्या गतीस चलन देऊन त्यानें असें ठरविलें कीं, हा धूमकेतु सन १७५९ त एप्रिलच्या १३ व्या तारखेस पुनरपि दिसावा.

सर्व ज्योतिषी या भविष्याबरहुकूम " हॅलेच्या धूमकेतूची " वाट पहात राहिले; पण पहिल्यानें तो सॅक्सनी प्रांतांतील एका शेतकऱ्यासच दिसला. तो दिवस १३ डिसेंबर सन १७५८ हा होय. यानंतर त्याच्या मंदगतित्वाचीं कारणें जास्त सूक्ष्म मानानें बसवून, तो पुन्हां ११ ते १६ नोव्हेंबरपर्यंत सन १८३५ सालीं दिसावा, असें कांहीं ज्योतिष्यांनीं ठरविलें. कांहींचें असें मत झालें कीं, तो त्या सालच्या नोव्हेंबरच्या १२ व्या तारखेस दिसावा. तो सन १८३५ नोव्हेंबर १५ स उत्तरगोलार्धांतील लोकांस दिसूं लागला, व कांहीं कालानें तिकडे तो अदृश्य होऊन दक्षिणआफ्रिकेंतील लोकांस दिसूं लागला. दक्षिणआफ्रिकेंत तो पहिल्यानें नेहमींप्रमाणें गोलधूम्रमय डागाप्रमाणें दिसला. नंतर हळू हळू त्याच्या डोक्यांतून शेंडीचा फवारा निघून दिवसेंदिवस तो जास्तच फोंफावत चालला. एखादें कारंजें कांहीं वेळ जोरानें वर उडतें, पण पृथ्वीच्या आकर्षणाच्या योगानें त्याच्या पाण्याचा सगळा झोत भूमीकडे खेंचला जातो, तद्वतच त्या धूमकेतूच्या केंद्रांतून कांहीं द्रव्य उत्सारक प्रेरणेनें अतिजोरानें फोंफावत बाहेर पडलें. तें प्रथम सूर्याकडे फार जोरानें धांव घेत होतें, इतक्यांत जणूं काय तितक्याच जोरानें सूर्य तें द्रव्य पुन्हां माघारीं परतवीत आहे, असा भास होऊन तें सर्व द्रव्य सूर्याच्या उलट अंगास विस्तार पावून त्यायोगें त्या धूमकेतूची लांबचलांब शेंडी बनत चालली होती. ह्यावरून असें स्पष्ट होतें कीं, धूमकेतूच्या केंद्रांतून अथवा डोक्यांतून कांहीं तरी तेजस्वी धूम्रमय पदार्थ पहिल्यानें सूर्याकडे खूप जोरानें धांव घेण्याचा प्रयत्न करितो; पण सूर्य त्यास तितक्याच जोरानें उलट दिशेकडे खेंचतो, व अशा रीतीनें धूमकेतूच्या ज्या अंगास सूर्य असेल त्याचे उलट अंगास त्या धूमकेतूची सपाटी शेंडी आकाशमार्गी विस्तृत अशी अवलोकनांत येते.

चमत्कार असा कीं, हा सन १८३५ चा हॅलेचा धूमकेतु जसजसा सूर्यासन्निध जाऊं लागला, तसतशी त्याची शेंपटी कमी कमीच होत जाऊन २१ जानेवारी रोजीं सर्व शेंडी नाहींशी होऊन धूमकेतूची फक्त चांदणीच कायम राहिली. प्रतिदिवशीं या चांदणीचें ठिकाण बदलत नसतें तर या चांदणीस कोणी नक्षत्रच ह्मटलें असतें. नंतर

पुनरपि त्या चांदणींतून शेंपटी बनत चालली, ती इतक्या झपा-ट्यानें कीं १७ दिवसांच्या अवधींत चांदणीच्या आकाराच्या ७४ पट लांब इतकी विस्तृत झाली. मग त्या चांदणीचा गोल आकार जाऊन शेंपटीच्या अंगास ती जास्त जास्त लांबोळी बनत चालली. सरते शेवटीं सर्व भाग शेंपटीप्रमाणें अस्पष्ट होत होत कांहींच दिसे-नासें झालें. हा धूमकेतु बहुधा पुन्हां सन १९१० त आपलें प्रचंड रूप प्रकट करील. हॅलेचा धूमकेतु नियतकालिक आहे, ही गोष्ट धूम-केतूंच्या इतिहासांत फारच महत्त्वाची आहे. त्या वेळेपासून कोणते धूमकेतु नियतकालिक आहेत, या गोष्टीचेंच अध्ययन सुरू झालें. तेव्हां नियतकालिक धूमकेतूंपैकीं कांहींचा येथें निर्देश केला पाहिजे.

सन १७७० त ह्मणजे नेपोलिअनच्या जन्मानंतर एक धूमकेतु दिसला. इतर धूमकेतूंच्या कक्षांप्रमाणें याची कक्षा अन्वस्त असावी, असा ज्यो-तिष्यांचा पहिल्यानें तर्क झाला; पण पुढें गणित करून त्यांनीं असें ठरविलें कीं, याची कक्षा दीर्घवर्तुलाकार असून तिचा उच्चींचा बिंदु गुरूच्या कक्षेच्या सन्निधच बाहेर व नीचींचा बिंदु शुक्राच्या कक्षेच्या आंत असावा. सर्व धूमकेतूंहून हा बिचारा गरीबसा प्राणी दिसला; कारण त्याच्या मार्गाचा पसारा अकटोविकट मुळींच नव्हता. शिवाय याचा प्रदक्षिणा–कालही फारच थोडा ह्मणजे ५½ वर्षे असावा असा अंदाज ठरला. सन १७७६ त तो पुन्हां दिसेलसें वाटलें; पण दिसला नाहीं. पृथ्वी, सूर्य व तो धूमकेतु यांच्या तत्कालीन आकाशस्थ स्थानामुळें तें अशक्य झालें असावें असें ठरलें. पण १७८१ त ह्मणजे एकंदर ११ वर्षांनीं पृथ्वी, सूर्य व तो धूमकेतु हे सन १७७० प्रमाणेंच पूर्व-वत् आपापल्या स्थानीं येतील अशा तर्कावरून, तो दिसेल असें पुन्हां वाटलें. पण कशाचें ? त्या धूमकेतूनें खासें ठकविलें. ११ वर्षां-च्या त्याच्या दोन फेऱ्यांत गुरूही सरासरी त्याच स्थानीं परत येतो. यावरून तो धूमकेतु सन १७६७ त गुरूच्या कक्षेसन्निधच कोठें तरी असला पाहिजे. मग असें ठरलें कीं, सन १७६७ च्या पूर्वीं ह्या धूमकेतूची कक्षा फार मोठी व निराळी होती; पण १७६७ त तो गुरूच्या जरासा जवळ आल्याबरोबर गुरूनें त्यास झपाट्यानें

आपल्याकडे ओढून, त्याच्या कक्षेचा मार्ग सूर्याकडे वळवून देऊन, नंतर ११ वर्षांत त्यास सूर्याभोंवतीं दोनदां फिरावयास लाविलें; व सन १७८१ त तो धूमकेतु गुरूच्या सन्निध येऊन ठेपला, त्यासरशीं गुरूनें त्यास मध्योत्सारी गतीनें आपणापासून लांब भिरकावून दिलें, त्यायोगानें त्याची कक्षा इतकी विस्तृत झाली कीं, तींतून त्यास एकदां फिरण्यास वीस वर्षें लागतील. हा धूमकेतु ह्या नवीन कक्षेंत सुखानें नांदत असला पाहिजे. तेव्हां हे गुरुमहाराज ह्मणजे धूमकेतूंस मोठा अडथळाच करणारे असून, कधीं कधीं त्यांस नवीन मार्गही दाखवितात. गुरूचा महिमा खरोखरच अगाध आहे!

आपल्या ग्रहमालेंतील गुरु व शनि या दोन भयंकर स्वाऱ्यांचें इतकें प्रचंड आकर्षण आहे कीं, धूमकेतु आपल्या सूर्यमालेस कधीं काळीं पाहुणे ह्मणून भेटावयास येतात, अशांपैकीं कांहींकांस त्यांनीं आपल्या आकर्षणाचे जोरानें खेंचून धरून पुन्हां अंतरिक्षांत भराऱ्या मारण्यास त्यांस जाऊंच दिलें नाहीं, व त्यांस आपल्या सूर्याभोंवतीं आज्ञाधारक सेवकाप्रमाणें गरागरा फिरावयास लाविलें आहे; असले धूमकेतु मग आमच्या सूर्यमालेचे अवयवच बनून राहिले आहेत. अर्थातच अशांची संख्या भविष्यकालीं वृद्धिंगतच होणार; कारण गुरु व शनि यांचा स्वैरगतींच्या धूमकेतूंपैकीं कांहींस नियतकालिक बनविण्याचा हा धंदा अव्याहत चालू राहणारच.

हा धूमकेतु दोनदां गुरूच्या अगदीं जवळून गेला असतांनाही, गुरूच्या उपग्रहांच्या प्रदक्षिणाकालांत कांहींही फरक झाला नाहीं, एवढेंच नव्हे तर गुरूच्या उपग्रहांस त्यायोगें यत्किंचितही अडथळा आला नाहीं, असें दिसून आलें. यावरून आणखी एक अनुमान काढावयाचें कीं, हा प्रचंड आकाशस्थ देह कोणाजवळून गेला तरी त्याच्या आकर्षणाचा परिणाम सन्निधवर्ति गोलांवर ज्या अर्थी मुळींच होत नाहीं, त्या अर्थी धूमकेतूंस आकर्षणशक्तिच मुळीं नसते, अथवा त्यांस मुळींच वजन नाहीं, व धूमकेतु हा बाष्पमय पण वजनरहित अतएव पोकळ देह असें ठरतें.

एन्केचा प्रसिद्ध धूमकेतु $3\frac{1}{4}$ वर्षांत (१२१० दिवसांत) सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करितो व त्याची गति मार्गी आहे. हा दुर्बिण

केतु असून सन १८१९ मध्यें ह्याचा प्रदक्षिणाकाल वरीलप्रमाणे एन्के नामक ज्योतिष्यानें ठरविला. तेव्हांपासून आजतागाईत तो दर सवातीन वर्षांनीं दिसत आहे, व नियतकालिक धूमकेतूंपैकीं एक आहे. सन १८३८ च्या डिसेंबर ९ ला मात्र हा नुसत्या डोळ्यांनीं दिसला. त्याच्या कक्षेंतील नीचींचा बिंदु बुधाच्या कक्षेच्या जवळ आहे. एकदां तर (२२ नोव्हेंबर १८४८) रोजीं तो बुधाच्या इतक्या जवळ आला कीं, त्याच्या मार्गावर बुधाच्या आकर्षणाचा परिणाम झाला. पण चमत्कार असा कीं, त्या धूमकेतूचा बुधावर काडीइतकाही परिणाम झाला नाहीं. त्याचा पूर्वीचा मार्ग ज्योतिष्यांस माहीत होताच, व नवीन मार्गाचें बरोबर अवलोकन करून ज्योतिष्यांस या धूमकेतूच्या मदतीनें बुधाचें वजन तंतोतंत ठरवितां आलें. तेव्हां आकाशस्थ देहांत अमुक एक व्यर्थ व निरुपयोगी आहे असें केव्हांही ह्मणतां येणार नाहीं. या त्याच्या बुधाच्या सन्निधभागीं येण्यानें ज्योतिष्यांची एवढी मात्र खात्री झाली कीं, धूमकेतूंचा आकार मात्र फुगीर असतो; पण त्यांस वजन मुळींच नसतें, अतएव त्यांस आकर्षणशक्ति मुळींच नाहीं. धूमकेतूंस वजन मुळींच नाहीं असें ह्मटलें आहे, तर तें सूर्यमालेंतील देहांशीं तुलनार्थ सापेक्ष ह्मणणे आहे. यावरून धूमकेतूचें वजन शून्य असतें असें मुळींच नाहीं. धूमकेतूचें वजन कांहीं तरी टन असतेंच असतें; मग तें दहा, शंभर, हजार, अथवा दहा हजार, कितीही टन असो.

एन्केच्या धूमकेतूची ज्योतिष्यांस बुधाचें वजन काढण्याचे कामी फार मदत झाली. त्यांनीं असें ठरविलें कीं, बुधाचें वजन पृथ्वीच्या वजनाच्या $\frac{१}{१४}$ आहे, ह्मणजे १४ बुध एका तागडींत घातले, व पृथ्वी एका तागडींत घातली तर वजन समतोल होईल. तसेंच ह्याच धूमकेतूच्या गतीच्या निरीक्षणानें शास्त्रज्ञांनीं असें ठरविलें कीं, गुरूचें वजन पृथ्वीच्या १०५० पट आहे. ह्याच मदतीनें सांप्रत असें सिद्ध झालें आहे कीं, गुरूचें वजन पृथ्वीच्या तंतोतंत १०४७.१७ पट आहे.

याच धूमकेतूविषयीं ज्योतिष्यांच्या ध्यानांत आणखी एक गोष्ट येऊन चुकली आहे. प्रत्येक प्रदक्षिणेसमयीं, फारच थोडा ह्मणजे (अडीच तास) एका दिवसाच्या कांहीं अंशाइतक्या अवधीनें का

होईना, पण याचा प्रदक्षिणा-काल कमी कमी होत चालला आहे. यावरून शास्त्रज्ञांचा असा समज झाला आहे कीं, हा सूर्याच्या जास्त जास्त जवळ येत चालला असून, कधीं काळीं याची आहुती सूर्यांत जाऊन पडणार.

अंतरिक्षांतील पोकळींतून एखादा आकाशस्थ देह आपला मार्ग आक्रमीत असतां त्यास जर या धूमकेतूप्रमाणें अडथळा येतो, तर सूर्याभोंवतीं कांहीं असें अडथळा आणणारें द्रव्य पसरलेलें आहे कीं काय, अशी ज्योतिष्यांस पहिल्यानें शंका आली; पण शेवटीं शोधाअंतीं असें ठरलें कीं, अंतरिक्षांतील पोकळींत असला अडथळा आणणारा पदार्थ मुळींच पसरलेला नाहीं. एन्केचा धूमकेतु ज्या कक्षेंत फिरतो त्याच कक्षेंतून एक अशनिसमूहही फिरतो, व ह्मणून या अशनिसमूहाची व एन्केच्या धूमकेतूची मार्गांत टक्कर होण्याचे प्रसंग येतात, व त्यायोगें ह्या एन्केच्या धूमकेतूच्या गतीस अवरोध होतो असें आतां ठरून गेलें आहे. हा एन्केचा धूमकेतु गेल्या साली एप्रिल महिन्यांत दृष्टीस पडला असावा असा अंदाज आहे. अर्थात् हा दुर्बिन केतु आहे.

सन १८२६ च्या फेब्रुवारी महिन्याच्या २७ तारखेस, ऑस्ट्रियांतील जोसेफस्टॉड शहरच्या प्रोफेसर बीला नामक पंडितानें एक लहान धूमकेतु दुर्बिणींतून पाहिला; व ६ वर्षें ८ महिने त्याचा प्रदक्षिणा-काल असावा असें त्यानें ठरविलें. व मग धूमकेतूंच्या इतिहासाचें परीक्षण करितांच सन १७७२, १८०५ व १८१८ सालीं दिसलेले धूमकेतू व हा, हे सर्व एकच असावे असा त्यानें अंदाज केला. म्हणून तो १८३२ त पुन्हां दिसेल असें त्यानें भविष्य केलें, तें तेव्हां खरेंही ठरलें व १८४६ पर्यंत खरें ठरत गेलें. पण १८४६ त पुन्हां लोक त्याची पुन्हां ठरलेल्या ठिकाणीं वाट पाहूं लागले तों जानेवारीच्या १३ व्या तारखेस एकाचे दोन धूमकेतु दिसले. दोघांसही केंद्र, शिर व शेंडी होती. मग ते कांहीं अंतरापर्यंत परस्परांपासून दूर दूर जात जाऊन, मग त्यांमधील तें अंतर स्थिर झालें. चमत्कार हा कीं, १८५२ त हा धूमकेतु दिसतो कीं नाहीं ही काळजी होती, पण हें जुळें १८५२ तही पुन्हां दृश्य झालें; मागें त्यामध्यें परस्परांत जें अंतर होतें तेंच

अंतर आतांही कायम राहिलें होतें व दुर्बिणींतून ते एकाच वेळीं दृश्यमान होते. केप्लरच्या वेळीं सन १६१८ त दिसलेल्या धूमकेतूचें असेंच जुळें होतें. ग्रीक ग्रंथांतूनही असाच एक जुळा धूमकेतु दिसल्याचा उल्लेख आहे.

बीलाचा धूमकेतु सन १८५९ त पुन्हां दिसावयाचा, पण दिसला नाहीं. पुढें सन १८६५-६६ सालींही तो दिसला नाहीं. सन १८७२ त मात्र मद्रासच्या वेधशाळेचे मुख्य प्रोफेसर पॉगसन यांस २७ नोव्हेंबर व त्याचे दुसरे दिवशीं दिसला, तेव्हां तो अस्पष्ट ढगाप्रमाणें, अथवा अशनिसमूहाप्रमाणें होता. धूमकेतूची कक्षा ठरविण्यास तो लागोपाठ तीन दिवस दिसला पाहिजे; ह्या वर्षी तो दोन दिवसच दिसल्यामुळें त्याचा गमनमार्ग मुळींच ठरवितां येईना, ह्मणून हा बीलाचाच धूमकेतु असें निश्चयानें सांगतां येईना. यानंतर केव्हांही या धूमकेतूचें मुळींच दर्शन झालेलें नाहीं.

पृथ्वी स्वकक्षेंत तारीख २७ नोव्हेंबर रोजीं जेथें येते, त्या स्थळीं ह्मणजे देवयानी तारकापुंजाजवळ या बीलाच्या धूमकेतूची कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेस छेदिते, असा सन १८७० पर्यंत सरासरी अनुभव असे. आतां ही तारीख २३ नोव्हेंबर झाली आहे. ह्मणजे हा छेदनबिंदु इतका मागें आलेला आहे. तेव्हां बीलाच्या धूमकेतूच्या कक्षेंत एवढा फरक झाला आहे ह्मणावयाचा. जर कदाचित् धूमकेतु पृथ्वीस गिळणार असेल, अथवा पृथ्वी धूमकेतूस खाऊन टाकणार असेल तर तें कधींकाळीं वरील तारखेस होणार आहे अशी भीति सन १८३२ पासून लोकांस वाटत आलेली आहे व तन्निवारणार्थ कोठें कोठें व्रतोपासनाही करण्यांत आलेल्या आहेत.

सन १८७२ त, नोव्हेंबर २७ चे सुमारास देवयानी तारकापुंजांतून मोठा संस्मरणीय उल्कापात झाला, त्यावरून बीलाच्या धूमकेतूच्या मार्गांतच मोठमोठाले अशनिसमूह पसरले असावेत, असा पहिल्यानें शास्त्रज्ञांचा तर्क झाला. तदनंतर या गोष्टीविषयीं ऊहापोह सुरू झाला. त्यांत खालील अनुमानें होतीं.

बीलाचा धूमकेतु नेहमीं उत्तरदिशेकडून येऊन सूर्यासन्निध जाई, तेव्हां त्याचें सूर्यापासून अंतर सरासरी आपल्या पृथ्वीइतकेंच असे. नंतर

तो सूर्यापासून दूर दक्षिणेकडे जाई. आपणास माहीत आहे कीं,अशनिसमूह सूर्याच्या आसमंतात् भागीं फार दाट पसरलेले असतात. हे धूमकेतु सूर्यासन्निध येतांना या अशनिसमूहाच्या तडाक्यांत सांपडून त्यांची व यांची टक्कर उडालेली असावी. जरी प्रत्येक अशनि ही एक अतिसूक्ष्म वस्तु आहे, तरी ते परस्परांस इतके चिटकून आहेत कीं, त्यांच्या प्रचंड शक्तीमुळें त्यांच्याशीं जर एखाद्या आकाशस्थ देहाची टक्कर झाली तर ते कधींही खास हार घेणार नाहींत, असें हर्शलचें मत आहे. या टकरींत या धूमकेतूचा अजी नाश झाला असें मुळींच नव्हे, तर फक्त त्याचें रूपांतर होऊन धूमकेतु या नांवास तो पात्र राहिला नाहीं. अशनिसमूह हे अंतरिक्षांत जिकडे तिकडे दशदिशा पसरलेलेच आहेत; इतकेंच कीं, धूमकेतूच्या उचींपेक्षां नीचीं त्यास फारच विस्तृत अशा समूहांशीं सामना करावयाचा असतो. एवंच कोणत्याही धूमकेतूंस अंतरिक्षांतील सर्व तऱ्हेच्या प्रदेशांतून संचार करीत असतांना कोणकोणत्या वस्तु भेटत असतील व काय चमत्कार पहावयास सांपडत असतील, त्याचीं आह्मां पृथ्वीवरील प्राण्यांस मुळींच कल्पना करतां येणार नाहीं. उदाहरणार्थ एकच चमत्कृति घ्याना. अंतरिक्षांतील निर्वात प्रदेशीं जर आपणांस जावयास मिळालें तर, आपला तेजोनिधि सविता किती मनोहर असा दिसतो; तीं त्याचीं रंगीं बेरंगीं शृंगें, तें अतिदेदीप्यमान क्रकचावरण व त्याच्या बाहेर तें वैभवशाली प्रभामंडल या सर्व वस्तु किती बरें मोहक असल्या पाहिजेत. पण आपण अभागीं आहोंत कीं, आमच्या भूपृष्ठावर वातावरणाचें पटल आहे; यायोगें आपणांस हे चमत्कार जे जागच्या जागेवरून पहाणें शक्य, त्यांसही आपण मुकलों आहों. या कामांत धूमकेतु फार भाग्यवान् कीं, अंतरिक्षांतील अगाध प्रदेशांत, असा एकही भाग नाहीं कीं जेथें धूमकेतूंस जाण्यास प्रतिबंध आहे. धूमकेतूंस अंतरिक्षांतील सर्व चमत्कार पहाण्याची पूर्ण मुभा आहे.

या अशनिसमूहाखेरीज बलाच्या धूमकेतूस आणखी एक शत्रु भेटला. मंगळ व गुरु यांच्या मधोमध हजारों लघुग्रह फिरत आहेत. त्यांच्या कक्षेची रुंदीही अतिविस्तीर्ण असल्यामुळें धूमकेतूच्या

कक्षेचा व त्यांच्या कक्षेचा विक्षेप कितीही मोठा असला, तरी लघुग्रहांचें व धूमकेतूंचें दृढालिंगन टळणें कठिण; इतर ग्रहांसन्निध धूमकेतु आला तरी त्यास ही एक भीति मुळींच नसते. इतर ग्रहांच्या व्यासापेक्षां लघुग्रहकक्षेची रुंदी फारच मोठी आहे. हे लघुग्रह कितीही लघु असले तरी धूमकेतूंशीं टक्कर देण्यास कधींही कांकूं करणार नाहींत इतके ते सशक्त आहेत. तेव्हां याही शत्रूंशीं धूमकेतूंस लढावें लागतें. त्यांत कोणाचा पराभव होईल हें सांगतां येत नाहीं.

बीलाचा धूमकेतु अदृश्य झाला तेव्हांपासून, आपल्या अफाट कक्षेंतून त्यानें तीनदां भ्रमण केलें. तो आपल्या कक्षेच्या नीचीं आला ह्मणजे सूर्यापासून ८ कोट मैल अंतरावर येतो, उच्चीं असतांना ६० कोट मैल अंतरावर असतो. ह्या धूमकेतूचा अजीच नायनाट झाला, कीं तो इतका विरल झाला कीं अति मोठ्या प्रभावाच्या दुर्बिणींतूनही तो दिसणें शक्य नाहीं. यांपैकीं कोणतीही अवस्था त्यास प्राप्त झाली असली तरी स्वकक्षेंतून परिभ्रमण त्यास मुळींच सोडून देणें शक्य नाहीं. कारण अतिमोठ्या देहास ज्याप्रमाणें गतिशास्त्राचे नियम व गुरुत्वाकर्षणाचा कायदा लागू आहेत, त्याप्रमाणें अतिसूक्ष्म देहासही लागू आहेत. अतिसूक्ष्म देहासही स्वकक्षेंतून परिभ्रमण करावयास लावून परिभ्रमण करण्यास लागणाऱ्या शक्तीचा वृथा व्यय कां करण्यांत येतो, हें ईश्वराचें करणें ईश्वरासच ठाऊक. त्याची अगाध करणी आपणास एक गूढच बनून राहिली पाहिजे. एवढें मात्र पक्कें ध्यानांत ठेवलें पाहिजे कीं, असें करण्यांत ईश्वराचा अनादिकालापासून विशिष्ट हेतूच असला पाहिजे. कदाचित् असेंही असेल कीं, अनंत विश्वाच्या एका कडेकडेची बातमी, अत्यंत दूरशा दुसऱ्या कडेकडे पोहोंचविण्यास धूमकेतुरूप देवदूतच ईश्वरानें निर्माण केले असावे. ईश्वरा ! तुझी करणी किती अगाध व चमत्कृतिजनक आहे ! ! तुझ्या कृतीची कल्पना आम्हां मानवांस काय होणार ? मानवानें सृष्टीचें अवलोकन केल्यास त्यास ईश्वराच्या अगाध करणीची थोडीशी कल्पना येईल.

अशनिसमूह व धूमकेतु यांच्यांतील हा संबंध ध्यानांत आल्यावर कित्येकांनीं त्यावर अशी कल्पना बसविली कीं, धूमकेतु हा पदार्थच

नाहीं. हे अशनिसमूहच आहेत. आतां आकाशांत अथवा समुद्रावर पक्षी भराऱ्या मारतांना त्यांचे पंख कांहीं काळ आपणास दिसत नाहींत, पण विशिष्ट स्थळाहून त्यांचे पंख आपणास लांबोळे दिसतील; त्याप्रमाणेंच आकाशांतून अशनिसमूह फिरत असतांना त्यांच्या उड्डाणांत, पृथ्वी विशिष्ट स्थलीं आल्यावर हा एक आपल्या दृष्टीस भ्रम उत्पन्न होऊन, आपण ह्या अशनिसमूहास शेंडी दिसूं लागली अशी कल्पना करून धूमकेतु धूमकेतु असें ओरडूं लागतों. अशनिसमूहांवर सूर्याच्या तेजाच्या परावर्तनानें विशिष्ट स्थानाहून शेंपटीचा आभास होतो, असें मानिलें तर असे ९०००० मैल अथवा त्याहूनही जास्त मैल लांब इतके मोठाले अशनिसमूह आकाशांत अहेत असें कल्पिलें तर, सूर्याजवळ तर त्यांची संख्या फारच दांडगी असली पाहिजे, व असें असेल तर सूर्यच मुळीं आपणांस दिसेनासा होईल. कारण असें ठरलें आहे कीं, अशनिसमूह हा असंख्य जड अप्रकाश कणांचा बनला आहे; धूमकेतूची शेंडी सूर्यासन्निध तो असतांना फारच लांब असते; म्हणजे सूर्यासन्निध ह्या जड अप्रकाश कणांची रेलचेल आहे असें मानिल्यास, रोज सूर्यास ग्रहण लागण्याचा प्रसंग येईल; पण असा अनुभव मुळींच नाहीं.

बीलाच्या धूमकेतूवरून, धूमकेतूंचा व अशनींचा कांहीं संबंध आहे असें ठरतें. तेव्हां त्या प्रश्नाचा येथें थोडासा विचार करणें जरूर आहे. नियमित काळीं उल्कावृष्टि होते, तिचा अशनिसमूह धूमकेतूंच्या कक्षेंत फिरत असतो, असें सिद्ध झालें आहे. ही गोष्ट प्रथम १८६६ त उघडकीस आली. त्या साली जानेवारींत टेंपलचा धूमकेतु सूर्यासन्निध आला. त्याचा प्रदक्षिणाकाल सुमारें ३३।· वर्षे आहे; त्याच्या कक्षेंतील नीचींचा बिंदु पृथ्वीच्या कक्षेच्या अगदीं सन्निध आहे व उच्चींचा बिंदु प्रजापतीच्या कक्षेच्या जरा बाहेर आहे. ह्याच कक्षेंतून नोव्हेंबर १३ व्या तारखेस होणाऱ्या उल्कावृष्टींचा अशनिसमूह फिरतो. ही कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेस एके जागीं छेदिते, व ह्या छेदनबिंदूजवळ पृथ्वी नोव्हेंबर १३ रोजीं येते. अशनिसमूह आपल्या कक्षेच्या सर्व भागीं पसरलेला असता तर, दर नोव्हेंबर १३ स मोठा उल्कापात शक्य असता. हा अशनिसमूह छेदन-

बिंदूजवळ येतो तेव्हां मात्र म्हणजे ३३ वर्षांत लगत दोन तीन वर्षें उल्कावृष्टि शक्य आहे. सन १८९९ सालीं नोव्हेंबरांत आपण ह्या उल्कापाताची चातकासारखी वाट पहात होतों, हें वाचकांपैकीं ब-ऱ्याच जणांस अवगत असेलच. आतां यापुढें १९३२ त ती होईल. आगस्टाच्या उल्कावृष्टीचा अशनिसमूह सन १८६२च्या एका केतूच्या कक्षेंत फिरतो, त्याचा प्रदक्षिणाकाल १२५ वर्षें आहे; हा अशनि-समूह कक्षेच्या सर्वभागीं पसरला असल्यामुळें ही वृष्टि बहुधां दरसाल होते. नोव्हेंबरच्या २३ तारखेस होणाऱ्या वृष्टीचा अशनिसमूह बीलाच्या धूमकेतूच्या कक्षेंत फिरतो. उल्कावृष्टि व धुमकेतु यांचा निकट संबंध आहे ही गोष्ट वरील विवेचनावरून निर्विवाद सिद्ध होते.

सन १८४३ च्या फेब्रुवारी महिन्यांत दिसलेला धूमकेतु इतका तेजस्वी होता कीं तो भर दिवसाही स्पष्ट दिसे. त्याचा वेग फारच झपाट्याचा होता, व तो सूर्यासन्निध आला तेव्हां, सूर्यामधील व त्यामधील अंतर इतकें थोडें राहिलें होतें कीं, त्यास मिळणाऱ्या सूर्याच्या अतिप्रखर उष्णतेनें पृथ्वीवरील कोणताही पदार्थ ताबड-तोब वायुरूप बनला असता.

नियतकालिक धूमकेतूंची संख्या सरासरीनें ३६ आहे; पैकीं ६ चा भ्रमणकाल ७० ते ८० वर्षें आहे व बाकीच्यांचा ३ ते ७ वर्षें आहे. लघुकालिक धूमकेतूंपैकीं बहुतेक मार्गी गतीनें फिरतात, ही आश्चर्याची गोष्ट आहे. ज्यांचा भ्रमणकाल मोठा अशा ५ पैकीं ३ च मार्गी गतीनें जातात. ह्या सर्व मार्गी गतीनें जाणाऱ्या धूमकेतूंच्या कक्षांच्या पातळ्या क्रांतिवृत्ताशीं फारसा कोन करीत नाहींत.

अनियतकालिक धूमकेतूंपैकीं एकाविषयींच वर उल्लेख आला आहे; तो सन १६८० त दिसला. सन १७४४ त दिसलेला धूमकेतु खरोखरच आश्चर्यजनक होता. त्यास एकंदर ६ शेंड्या होत्या, त्या एखाद्या पंख्याप्रमाणें पसरलेल्या दिसत होत्या; प्रत्येकीची लांबी ३० अंश ह्मणजे दृश्य आकाशाच्या सहाव्या भागाएवढी होती; सन १८५६ सालीं दिसलेल्या धूमकेचीही लांबी इतकीच होती; या १७४४ च्या धूमकेतूच्या सर्व शेंपट्या पहिल्यानें सूर्यबिंबा-कडे धाव घेतांना दिसल्या, पण ताबडतोब जोरानें मागें फिर-

विल्या जाऊन त्या धूमकेतूच्या ज्या अंगास सूर्य होता, त्याचे उलट अंगास लांबच लांबवर विस्तृत पसरल्या होत्या. सन १८४३ चा धूमकेतु याहूनही चमत्कृतिजनक होता. त्या वर्षी मार्च महिन्यांत सूर्यास्तानंतर याची प्रचंड शेंडी अर्ध्या आकाशभर पसरलेली दिसत होती. आजपर्यंत जे धुमकेतु सूर्याच्या अतिसन्निध गेलेले आहेत, त्यांपैकीं हा एक होय. त्याचें सूर्यापासून अंतर काय तें ८० हजार मैलच राहिलें होतें; म्हणजे पृथ्वीपासून आपल्या चंद्राच्या $\frac{1}{3}$ अंतरावर, इतका तो सूर्यमंडळभेदीच झालेला होता. ह्या धूमकेतूचें डोकें मात्र त्याच्या शेंडीच्या मानानें अत्यंत बारीक होतें.

सन १५५६ त एक धूमकेतु दिसला. त्याचें डोकें गुरूइतकें तेजस्वी व अर्ध्या अथवा $\frac{1}{3}$ चंद्राएवढें सपाट होतें. तो फेब्रुवारीच्या अखेरीस दिसूं लागला, व १६ मार्चच्या सुमारास तर त्याचें रूप भयप्रद दिसूं लागलें. देवभोळेपणांत वाढलेल्या एखाद्या राजपुत्रास तो पाहून खास वाटावयाचें कीं, राज्याचा त्याग करण्याविषयीं, अथवा समीप येणाऱ्या मरणाविषयीं ही भयप्रद सूचनाच ईश्वरानें आपणाकरितां पृथ्वीतलावर पाठविली आहे. बादशाह पांचवा चार्लस् ह्याच्या मनावर त्या धूमकेतुचा हाच परिणाम झाला म्हणून त्यानें राज्याचा त्याग केला असें कवींनीं वर्णन केलेलं आहे. सन ९७५ व १२६४ त दिसलेल्या धूमकेतूंची व याची कक्षा एकच असल्यामुळें हा नियतकालिक असून याचा प्रदक्षिणाकाल २९१ वर्षें असावा असें मानिलें आहे.

सन १८५८ त एक मोठा भव्य धमकेतु दिसला. त्यास डोनेटीचा धूमकेतु ह्मणतात. कारण डोनेटी नामक ज्योतिष्यास हा फ्लारेन्स येथें प्रथम दिसला. त्या दिवशीं तारीख २ जून होती. तेव्हां तो गोल व धुरासारखा असून तेजोमय मेघाप्रमाणें भासला. १४ आगस्ट नंतर, ह्मणजे हा दिसूं लागल्यापासून ७३ दिवसांनीं त्याची शेंडी वृद्धिंगत होऊं लागली; व लवकरच त्याकडे सर्वांचें लक्ष्य वेधलें. आक्टोबरच्या मध्यास त्याचें तेज खूपच वाढलें. तेव्हां कृष्णपक्ष होता ही एक भाग्याची गोष्ट होय. यानंतर थोडक्याच दिवसांनीं असा चमत्कार दिसला कीं, इतर सर्व धूमकेतूंप्रमाणें याची शेंडी लांब व सरळ नसून, लांब पण बाकदार अ-

थवा कंसाकृति दिसली. ही एक विशेष चमत्कृतिजनक गोष्ट असल्यामुळें जिकडे तिकडे ह्याविषयीं ऊहापोह सुरू झाला. इतर धुमकेतूंच्या शेंड्या धूमकेतूंच्या शिरोभागांतून निघून पहिल्यानें सूर्याकडे धांव मारितात, पण तावडतोब सूर्य त्यास उत्सारक प्रेरणेनें मागें हटवून विरुद्ध दिशा देतो; ह्या धूमकेतूच्यावेळीं सूर्याची ही उत्सारक प्रेरणा अतिजबर असावी व ह्मणून त्याचे शेंडीस सूर्याचे विरुद्ध दिशा मिळतांना हा बांक उत्पन्न झाला असावा; अशी त्याजविषयीं उपपत्ति निघाली. अमेरिकेंतील संयुक्त संस्थानांत हारवर्ड कॉलेजच्या प्रसिद्ध वेधशाळेंत प्रोफेसर बाँडनें ह्या धूमकेतूचे पुष्कळ प्रकाशलेख काळजीपूर्वक घेतले आहेत. ग्रीनिचच्या वेधशाळेंतील 'ग्रेट इक्विटोरियल' नामक प्रसिद्ध दुर्बिणीइतक्या प्रभावाचीच प्रोफेसर बाँड यांची दुर्बीण होती. ह्या प्रकाशलेखांपैकीं कांहींत तर ह्या धूमकेतूविषयीं याहूनही जास्त आश्चर्यजनक गोष्ट आढळते. ह्या धूमकेतूंतून शेंपटीबरोबरच, आणखी दोन बारीक सरळ रेषाकृति फवारे उडालेले आहेत, व ते शेंपटीच्या बांकास अथवा कंसास एखाद्या स्पर्शरेषेप्रमाणें शोभताहेत, असें दिसलें. आक्टोबरमधील दोन तीन रात्रीं तर ह्या दोन सरळरेषाकृति फवाऱ्यांचा विस्तार त्या धूमकेतूच्या विस्ताराहून जास्त मोठा होता असें आढळून आलें. ह्यावरून ज्योतिष्यांनीं असा तर्क केला कीं, सूर्याच्या ज्या उत्सारक प्रेरणेमुळें त्या धूमकेतूचें प्रधानपुच्छ कंसाकृति बनलें, त्याहून प्रबलतर उत्सारक प्रेरणेच्या अमलामुळें या दोन सरळ रेषाकार फवाऱ्यांचें अस्तित्व असावें. एखाद्या धूमकेतूस तीन शेंड्या असल्या तर त्यांपैकीं एक सरळ रेषाकृति असावयाचीच, दुसरी जरा बांकदार, व तिसरी त्याहूनही जास्त कंसाकार असावयाची. जर एखाद्या धूमकेतूस दोनच शेंड्या असल्या तर त्यांपैकीं एक तरी सरळ रेषाकृति असावयाचीच. या धूमकेतूंत आणखी एक विशेष गोष्ट आढळली. साधारणतः प्रत्येक धूमकेतूची शेंडी त्याच्या शिरोभागांतून बाहेर पडल्यावर सूर्याकडे पहिल्यानें धांव घेते, व सूर्यानें तीस जोरानें मागें रेटल्यावर उलट दिशेस शंकूच्या आकारानें पसरते. या शंकूचा आरंभ ह्या धूमकेतूच्या शिरोभागासन्निध असून मग पुढें त्या शंकूची रुंदी वाढत जाऊन, पायाजवळ ही रुंदी अतिविस्तृत झालेली अस

ते; व शंकूच्या आरंभस्थानाचा अंतर्भाग वास्तविक पहातां नेहमीं इतर भागांहून पोकळ व अप्रकाशित असा दिसतो. पण ह्याच्या शंकूचे अग्राचा अंतर्भाग पोकळ व काळा मुळींच नसून भरींव व प्रकाशित असा स्पष्ट दिसत होता. शिवाय या धूमकेतूवर सूर्याच्या उत्सारक प्रेरणेचा इतका जोर झालेला दिसत होता कीं, नेहमीं धूमकेतूच्या केंद्राजवळ शेंपटीचें एकाच शंकूच्या आकाराचें रूप बनण्यास आरंभ होतो; पण येथें तर दोन तीन शंक्वाकार अग्रस्थानें झालेलीं दिसत होतीं, ही गोष्ट त्या सालच्या २४ सप्टेंबरपासून १० आक्टोबरपर्यंत विशेष ध्यानांत येऊं लागली. ह्या दोनतीन शंक्वाग्रांची आकृति चाकाच्या अऱ्यांप्रमाणें दिसत होती. ७ आक्टोबरपासून १० आक्टोबरपर्यंत तर, ह्मणजे जेव्हां तो धूमकेतु आपल्या कक्षेंत नीचीं आला तेव्हां, त्याच्या केंद्रस्थानीं, व सन्निधवर्ति वृत्तखंडांत फारच खळबळ उडालेली दिसली; कारण तेवेळीं शंकूच्या अग्रभागीं त्या धूमकेतूचा उत्स्फोट फारच जोरानें होत आहे, व त्यामुळें अग्रभाग एक नसून अनेक आहेत, असा भास झाला, ह्मणजे शंकूच्या अग्रभागास खूप अऱ्या असणाऱ्या चक्राचें रूप प्राप्त झालें होतें. हळूहळू सर्व क्षोभ नाहींसा होऊन शंकूचें एकच अग्र राहिलें, मग शेंडी कमी कमी होत जाऊन, तो धूमकेतु क्षितिजावरून अदृश्य झाला.

प्रोफेसर बॉंड यानें या सन १८५८ च्या धूमकेतूचें २ आक्टोबर रोजीं माप घेतलें आहे, त्यावरून याचा विस्तार केवढा होता याची कल्पना येईल:-

आंतील केंद्राचा व्यास.	१६०० मैल.
चांदणीच्या मध्यबिंदूपासून पहिल्या आवरणाच्या टोंकापर्यंत अंतर.	७५०० "
तेंच दुसऱ्या आवरणाच्या टोंकापर्यंत अंतर.	१३२०० "
शंकूच्या अग्रभागीं शेंडीची रुंदी	९०००० "

यावरून सर्व शेंडीची लांबी कमींत कमी तीन कोटी मैल असावी व ज्या दोन गौण सरळ रेषाकृति शेंपट्या उद्भवल्या ह्मणून वर सांगितलें आहे त्यांची लांबी तर साडेतीन कोटि मैल असावी, असा तर्क आहे.

सन १८२३ सालीं दिसलेल्या धूमकेतूच्या दोन शेंड्यांपैकीं एक तर, सूर्याच्या उलट अंगास असण्याऐवजीं, सूर्याकडेच पसरलेली होती. प्रत्येक धूमकेतूच्या शिरांतून कारंज्यासारखे फवारे जोरानें बाहेर पडून अतिवेगानें ते प्रथम सूर्याकडे धांव घेतात; हा त्यांचा जोर जर सूर्याच्या उत्सारक शक्तीहून जास्त ठरेल तर, एखादा फवारा सूर्याकडे उडत राहणें शक्य आहे.

सन १७४४ त दिसलेल्या प्रख्यात धूमकेतूस सहा शेंपटें आहेत असें वाटलें. येथें आपणांस हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, अंतरिक्ष हा चित्रपट नव्हे कीं त्यावर या सर्व शेंड्यांचें चित्र काढलेलें आपणांस दिसेल. समजा कीं, धूमकेतूच्या शिरोभागाच्या एका टोंकांतून एक, व त्याच्या उलट असणाऱ्या दुसऱ्या टोंकांतून एक अशा दोन शंक्वाकार शेंपट्या बाहेर पडल्या. दोहोंचीही पसरण्याची दिशा एक असल्यामुळें, त्या एकमेकांवर पडतांना शंकूच्या मध्यंतरीच्या कांहीं भागांत आकाशांतील निर्वात पोकळी सांपडून आपणांस अशा रीतीनें एका शेंपटीच्या ऐवजीं दोन शेंपट्या दिसतात. वास्तविक पहातां एकावर एक पडणाऱ्या दोन शेंपट्या याचा अर्थ एकच शेंपटी असा आहे. ह्मणजे मग या धूमकेतूच्या सहा शेंपट्या ह्मणजे वास्तविक तीनच होत. दृष्टिभ्रमामुळें पडद्यावर चित्र दिसावें त्याप्रमाणें तिहींच्या सहा दिसतात. आतां या तीन तरी शेंपट्या कशा आल्या तें पाहूं. या सन १७४४ च्या धूमकेतूस तीन आवरणें (envelops) असलीं पाहिजेत. व ज्याप्रमाणें एकच आवरण दिसल्यावर एकच शेंडी उद्भवते, त्याप्रमाणें तीन आवरणांतून तीन शेंड्या बाहेर पडतात.

सन १८६१ च्या धूमकेतूचें पूर्ण वैभव ता. १० जून रोजीं उद्भूत झालें. ह्याच्या शेंडीची रुंदी व तेज १८५८ च्या धूमकेतूच्याहून अधिक होतीं असें सांगतात; तेवेळीं आपली पृथ्वी या धूमकेतूच्या विस्ताराच्या दिशेंत स्थित होती ह्मणून हा असा दिसला. ते वेळीं पृथ्वी या धूमकेतूच्या फारच जवळ सरासरी एक कोटि मैलांवरच असल्यामुळें उत्तरध्रुव प्रदेशांतील उषेच्या तेजाप्रमाणें याचें तेज आकाशांतील सर्व भागांवर फांकलें होतें. २ ते ४ जुलईपर्यंत तर त्याची शेंडी सप्तर्षींतील क्रतुनामक ताऱ्यापासून तों भुजंगधारींतील

क तान्यापर्यंत ह्मणजे सरासरी ७५ अंश इतकी प्रचंड होती. त्याच्या कक्षेनें क्रांतिवृत्ताशीं बराच कोन केल्यामुळें, क्रांतिवृत्ताच्या दक्षिण बाजूकडून उत्तर बाजूकडे तो आल्यावर दिवसांतून २४ तास दिसत असे. सन १८६२ चा धूमकेतु असा मुळींच नव्हता. तो अगदीं सौम्य असून, त्याची शेंडीही फार लहान, ह्मणजे शेंडी म्हणतां येणार नाहीं अशी होती. त्याच्या शिरोभागांतून शेंडी बाहेर आल्याबरोबरच बहुतेक अदृश्य झाली.

सन १८८१ च्या २२ मे रोजीं न्यू साऊथ वेल्समध्यें वुइंडसर येथें मिस्टर टेबट यास एक धूमकेतु प्रथम दिसला. तो २२ जूनच्या सुमारास उत्तरगोलार्धांत मध्यरात्रीच्या सुमारास दिसूं लागला, व लागलेंच आपला विस्तीर्ण देह त्यानें प्रगट केला. त्या पिढीपैकीं कांहींना नुसत्या डोळ्यांनीं पहावयास सांपडलेल्या धूमकेतूंपैकीं हा एक होय. त्याची चांदणी पहिल्या प्रतीच्या तान्याइतकी चकाकित होती, व शेंडीचा विस्तार २० अंशाइतका होता. २ सप्टेंबरपर्यंत तो नुसत्या डोळ्यांनीं दिसत होता, व पुढें फेब्रुवारी महिन्यापर्यंत दुर्बिणींतून दिसे. उत्तम रीतीनें प्रकाशलेख घेतां आले, अशा धूमकेतूंपैकीं हा पहिलाच होता; व याचे प्रकाशलेख घेतांना असें ठरलें कीं, प्रकाशलेख घेण्यास जरूर असणारी तेजस्विता धूमकेतूच्या अंगीं फारच कमी असते. चंद्रांत ही तेजस्विता धूमकेतूंच्या तीन लक्षपट असते.

सन १८८२ च्या सप्टेंबर महिन्यांत एक धूमकेतु दिसला, तोही त्या महिन्याचे मध्यास दिवसास स्पष्ट दिसे. तारीख १७ सप्टेंबर रोजीं तो पृथ्वी व सूर्य यांमध्यें आला, त्यायोगें त्याचें सूर्यबिंबावरून अधिक्रमण झालें, ही एक प्रेक्षणीय गोष्ट होती. दुसऱ्याच दिवशीं तो पुन्हां नुसत्या डोळ्यांनीं दिसूं लागला, व ते वेळीं त्याचे वर्णलेखही घेण्यांत आले आहेत. नंतर सूर्यापासून दूर जात जात, सकाळीं सूर्योदयापूर्वीं दिसे. पुढें त्याची चांदणी जणूं काय फुटून तिचे चार विभाग दिसूं लागले. मग त्या धूमकेतूचें डोकें सूर्याच्या दिशेंत लांबोळें व्हावयास लागलें. सन १८८३ च्या फेब्रुवारींत तो नुसत्या डोळ्यांनीं दिसेनासा झाला, तरी तो १ जूनपर्यंत दक्षिण अमेरिकेंत

दुर्बिणींतून दिसत असे. सन १६६८, १८४३ व १८८० त दिसलेल्या धूमकेतूंच्या, तसेंच क्रि. श. पूर्वी ३७२ त आरिस्टाटलनें पाहिलेल्या धूमकेतूच्या, व ह्या सन १८८२ च्या धूमकेतूच्या गमनमार्गांत इतकें तंतोतंत सादृश्य आहे कीं, ज्योतिष्यांस पहिल्यानें अशी शंका आली कीं, हे सर्व धूमकेतु एकच असावेत; पण सन १८८२ च्या धूमकेतूचा प्रदक्षिणाकाल ७७२ वर्षें आहे असें जेव्हां ठरलें, तेव्हां हा तर्क निराधार आहे असें उघड दृष्टोत्पत्तीस आलें. या सादृश्यावरून एवढें मात्र वाटतें कीं, असल्या प्रचंड स्वाऱ्या आतां जास्त जास्तच आपल्या सूर्यास भेटण्यास येतील.

सन १८९२ च्या ६ नोव्हेंबर रोजीं लंडन शहरीं मिस्टर होल्म्स यास एक धूमकेतु देवयानीजवळ दिसला. तो नुसत्या डोळ्यांनीं अंधुक अंधुक असा दिसे;पण १६ जानेवारीपासून तो वृद्धिंगत होत जाऊन आठव्या नंबरच्या तारेइतका फुगला. पुन्हां कमी कमी होऊन ६ एप्रिलला दिसेनासा झाला. याची कक्षा दीर्घवर्तुलाकार असून याचा प्रदक्षिणाकाल सात वर्षांचा आहे. याच सालीं लिकवेधशाळेंतील (अमेरिका) प्रोफेसर बर्नार्ड यांस श्रवणाजवळ दुर्बिणींतून दिसला.

इ. स. १९०७ सालीं नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या धूमकेतूंपैकीं एक उगवला होता. लागलीच त्याच्या गतीचें निरीक्षण सुरू झालें; व हा पूर्वी कधीं दिसला होता कीं काय याविषयीं शोध सुरू झाले. पण हा पूर्वी कधींच दिसला नसून ह्याची ही पहिलीच भेट होती असेंच बहुतांशीं ठरलें. ता. ९ जून रोजीं अमेरिकेच्या संयुक्तसंस्थानांतील प्रिन्सटन युनिव्हर्सिटींतील डॉनियल नांवाच्या विद्यार्थ्यास हा पहिल्यान दिसला; यावरून यास डॉनियलचा धूमकेतु असें नांव पडलें आहे. ता. [illegible] रोजीं हा रोहिणी नक्षत्राच्या पश्चिमेस असून मध्यरात्रीस दिसला, [illegible] सरे पश्चिमेकडून पूर्वेस ह्मणजे ग्रह व सूर्य यांचेप्रमाणें होती; व [illegible] हा रोज अर्धा अंश चाले. तो जसजसा सूर्याजवळ जाऊ लागला [illegible] हें न्यूटनच्या [illegible] तशी त्याची गति वाढत चाललेली प्रत्यक्ष दिसत होती; हें न्यूटनच्या सिद्धांतास धरूनच आहे. डॉनियल धूमकेतु आपल्या [illegible] देशांत आगष्ट महिन्याच्या सुमारें १५ तारखेस प्रथम दिसूं लागला,

तों सप्टेंबर १७ पर्यंत दिसत होता; पुढें अदृश्य झाला. नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या धूमकेतूंपैकीं हा एक असल्यानें, नवीन पिढीस याचे दर्शनानें मोठाच लाभ झाला; कारण सन १८८२ नंतर नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणारा असा हा पहिलाच धूमकेतु होय. यामुळें तरुण पिढींतील उत्सुक जनांस २०।२५ दिवस पहांटेची ही एक करमणूकच होऊन बसली होती. त्याची ती बारीक पण दृग्गोचर होणारी चांदणी, तिजभोंवतालचा लहानसा अंधुक गोलाकार प्रकाश, व त्यांतून बाहेर निघून सूर्याच्या विरुद्ध दिशेस नम्रतेनें पसरणारी त्याची ती छानदार, सुबक व मनोहर अशी बेताची शेंडी हीं पाहून चित्तास मोठा आल्हाद वाटावा. साधारण जनांसही हा चित्ताकर्षक झाला. दुर्बिणींतून ही रोज पहावयाजोगी गम्मतच झाली होती. या लहानग्या धूमकेतूनें जर इतकी मौज करून सोडिली, तर सन १९१० सालीं दिसणाऱ्या हॅलेच्या धूमकेतूची तर आपण उत्कंठेनेंच वाट पाहिली पाहिजे. ता. १९ आगस्ट रोजीं हा पुनर्वसूंत होता; ३१ आगस्टचे सुमारास पुष्य व आश्लेषा या दोन नक्षत्रांच्या मध्यें, म्हणजे पोलक्स व गुरु सांधून ती रेषा निम्यानें वाढविली असतां तेथें हा होता. ते वेळेस याची चांदणी ४ थ्या प्रतीच्या ताऱ्याइतकी तेजस्वी होती. शेंडी मिथुन राशीकडे पसरली होती, व गुरूपासून प्रोसियन ताऱ्यापर्यंत सरळ रेषा काढिली असतां, याची शेंडी या रेषेचा छेद करून पलीकडे जात होती. ता. ४ सप्टेंबर रोजीं मृगाच्या उभ्या तीन तारांपैकीं खालची व पुनर्वसूंतील ४ थी तारा जोडावी, व ती रेषा आर्द्रा नक्षत्रांतून काढिलेल्या रेषेस कापीपर्यंत वाढविली [illegible] तेथें हा होता. ता. १४ सप्टेंबर रोजीं पहांटेस [illegible]नक्षत्राच्या दक्षिणेस दिसला; व तेथून पुढें तो अ[illegible] [illegible]ला. कोठें यास २ शेंड्या दिसल्या असें म्हणतात.

आतां कोणी विचार[illegible] [illegible]र मग धूमकेतूची शेंडी आहे तरी कोणत्या तऱ्हेची? [illegible]ष्टिकावयव काय? व तिचें रासायनिक पृथ[illegible] [illegible]थें धूमकेतूंच्या शेंपटीविषयीं सांप्रत प्रचलित असले[illegible] [illegible]उपपत्ति नमूद करणें अवश्य आहे. पुष्कळ पदार्थविज्ञा[illegible] [illegible]ीं प्रयोगांवरून असें ठरतें कीं, धूमकेतूची शेंडी मूर्तद्रव्यात्मक

आहे. दर्शनानुशासनशास्त्रांत असा सिद्धांत ठरलेला आहे कीं, एखादा पदार्थ स्वयंप्रकाश असल्यास, त्यांतून बाहेर पडणाऱ्या किरणाचें Polarization. (परावृत्तकिरणाचें ध्रुवाभिसरण) होणें मुळींच शक्य नसतें; पण जर एखादा पदार्थ स्वयंप्रकाशित नसेल, तर त्यावर दुसऱ्या पदार्थावरून प्रकाश पाडला असतां, या उसन्या घेतलेल्या प्रकाशाचें दर्शनानुशासनशास्त्रांत सांगितल्याप्रमाणें Polarization ध्रुवाभिसरण होणें शक्य असतें. ह्मणजे Polarization ध्रुवाभिसरण ही एक पदार्थ स्वयंप्रकाश आहे कीं, दुसऱ्याचे उजेडानें प्रकाशणारा आहे हें जाणण्यास, फार मोठी मदत आहे. चंद्रप्रकाशाचें Polarization ध्रुवाभिसरण होतें; पण एखाद्या ताऱ्याच्या अथवा सूर्याच्या प्रकाशाचें Polarization, ध्रुवाभिसरण होणें मुळींच शक्य नाहीं. या नियमाच्या सहाय्यानें शास्त्रज्ञांनीं धूमकेतूच्या उजेडाविषयीं ऊहापोह केला. मिस्टर एअरी नांवाच्या ज्योतिष्यानें ता. २७ सप्टेंबर १८६१ रोजींच्या धूमकेतूचें ह्या दृष्टीनें चांगलें निरीक्षण करून असें ठरविलें कीं, धूमकेतूचा प्रकाश स्वयंजात नसून परभृत आहे, तें दुसऱ्या स्वयंप्रकाश ज्योतीचें परावर्तन आहे; व ही दुसरी ज्योति ह्मणजे सूर्यच होय. आतां एखाद्या वस्तूवर दुसऱ्या वस्तूच्या प्रकाशाचें परावर्तन शक्य होण्यास ती पहिली वस्तु मूर्तद्रव्यात्मकच अवश्य असली पाहिजे. मूर्तद्रव्याचें तेथें वास्तव्य असल्याविना हें प्रकाशाचें परावर्तन त्याजवर होणें शक्यच नाहीं. अतएव धूमकेतूची शेंडी मूर्तद्रव्य आहे. मूर्तद्रव्यास वजन असलेंच पाहिजे. धूमकेतूची शेंडी लांबच लांब असतांनाही तिचें वजन इतकें हलकें असतें कीं ती शेंडी बहुतेक एक तेजोमेघच आहे असें ह्मणावें लागतें. हा तेजोमेघ जागा मात्र फार व्यापितो, पण त्याचें वजन फारच कमी असतें. धूमकेतूची शेंपटी लांबच लांब पसरलेली असून शंक्वाकार असते. एका धूमकेतूच्या ह्या शंकूच्या पायाचा घेर ९०००० मैल होता; पण त्याच्या पलीकडून स्वाती नक्षत्रही सहज दिसलें. ह्मणजे त्या शेंपटीच्या ९०००० मैल जागा व्यापणाऱ्या पट्यांतूनही स्वातीनक्षत्राचें किरण पृथ्वीवर येणें शक्य झालें. यावरून धूमकेतूची शेंपटी एखाद्या पातळ ढगाप्रमाणें किती विरळ असते याची कल्पना सहजच येईल. आगगाडींत आपण बसून चाललों

असतां, इंजिनांतून जर धूर बाहेर पडला तर त्या योगें सूर्यही अदृश्य व धुरकट दिसतो; इतक्या थोड्या जाडीच्या धुराच्या ढगानेंही जर सूर्य लपविला जातो, तर ज्याची जाडी १०००० मैल आहे अशा पदार्थाच्या पाठीमागील तेजस्वी पदार्थ जर स्पष्ट दिसतो, तर १०००० मैल जाडीच्या पदार्थांचें द्रव्य किती विरल असलें पाहिजे, याची कल्पनाच बांधतां येणें कठिण.

सूर्यास्ताचे वेळीं पश्चिमदिग्भागीं एखादा पातळसा ढग तुह्मीं पाहिलात तरी सूर्याचे सर्व रंग त्याजवर प्रतिबिंबित झाल्यामुळें त्या ढगापलीकडे एखादी चांदणी असेल तर ती दिसणें यामुळें अशक्य होतें. हा ढग तर पृथ्वीवरील आहे ह्मणजे सूर्यापासून फार दूर आहे. तर मग एखादा १०००० मैल जाडीचा ढग सूर्याच्या शक्य तेवढा जवळ नेला तर किती तरी तेजस्वी झाला पाहिजे, व त्याचे मागील नक्षत्रें ताबडतोब लपून गेलीं पाहिजेत. पण धूमकेतूच्या शेंपटींतून पलीकडील पदार्थ ज्या अर्थी स्पष्ट दिसतो, त्या अर्थी ती शेंपटी कल्पनातीत अशा विरल पदार्थांची बनलेली असली पाहिजे. पदार्थांचा घनता हा धर्म धूमकेतूंत मुळींच नाहीं, उलट धूमकेतूचा वैरल्य हाच एक धर्म आहे असें मानिलें पाहिजे. तथापि धूमकेतूंचा व उल्कांचा संबंध जेव्हां आपण लक्षांत आणितों तेव्हां, धूमकेतु जरी विरल असतो, तरी त्याचे द्रव्यांतील अतिविरल कणांस महत्त्व अथवा वजन मुळींच नाहीं असें ह्मणतां येत नाहीं. तेव्हां धूमकेतूचा देह अतिसूक्ष्म असे खंडोगणती कण व त्यांचेभोंवतीं वायूचें फार मोठें पटल यांनीं बनलेला असतो असें आपण ह्मणूंया. बीलाच्या धूमकेतूच्या शेंडींतून तर फार बारीक तारेही स्पष्ट दिसले.

केप्लरचें असें मत होतें कीं, धूमकेतु वायुरूप असून सूर्याच्या उष्णतेनें त्यास वैरल्य प्राप्त होतें; व या वैरल्याचा परिणाम ह्मणजे धूमकेतूस शेंडी उत्पन्न होते. हें केप्लरचें मत खरें धरलें ह्मणजे, प्रत्येक धूमकेतूचे कांहीं तरी प्रकृत्यंश सूर्यतेजामुळें नेहमीं खर्ची पडत असतात, असे मानावें लागतें. पण कोणताही धूमकेतु अनंत वर्षें पाहिला तरी त्याच्या आकारांत फारसा फरक नसतो. हेंच विधान जसें केप्लरच्या मतास खो देतें, तसेंच न्यूटनच्या मतासही खो देतें; कारण

न्यूटन ह्मणे कीं, धूमकेतूचा कांहीं भाग जडात्मक असून, कांहीं मात्र वायुरूप असतो.

कित्येकांचें असें मत असें कीं, धूमकेतूंतील वायु एखाद्या विमानांतील वायूप्रमाणें होय. विमानांत भरलेला वायु, भूतलावर विमान असतांना तेथील हवेच्या अत्यंत दाबामुळें, अगदीं दाबलेला असा राहतो. विमान जसें वरवर जातें, तसतसा हा वायु वैरल्य पावतो. सूर्याच्या वातावरणांत हा दाबाचा धर्म आहे; वस्तु जितकी जितकी सूर्याच्या वातावरणप्रदेशाच्या सन्निध तितका तिजवर दाब अधिक. म्हणून धूमकेतूंतील वायूस सूर्याच्या उलट बाजूसच वैरल्य पावून विस्तृत शेंडीचें रूप धारण करणें शक्य आहे.

कित्येक ह्मणत, पृथ्वीवर सूर्यकिरण लांबच लांब सरळ रेषेंत प्रकाशतांना दिसतात, तद्वतच धूमकेतूची शेंडी ह्मणजे धूमकेतूवर पडलेले लांबच लांब सूर्यकिरण होत. पण हें खरें नव्हे. पृथ्वीवर सूर्यकिरण जे दृश्य होतात, ते पृथ्वीच्या वातावरणामुळें. धूमकेतूंवर तशी स्थिति कोठें आहे ?

विद्युत् व धुमकेतु यांचा संबंध शास्त्रानें अजून स्पष्ट झालेला नाहीं.

वर्णलेखकांचा शास्त्रज्ञांस रासायनिक पृथक्करणाच्या कामीं फार उपयोग झाला. काचपरशूवर सूर्यप्रकाशकिरण पाडिला तर, त्याचें जें वक्रीभवन होतें, त्यांत त्या प्रकाशकिरणाचें सात तऱ्हेचें पृथग्भवन होतें. व एक लांब सप्तरंगमिश्रित पट्टा दृष्टीस पडतो. त्या पट्ट्याच्या लाल टोंकाकडील अदृश्य पट्ट्यांत उष्णता-जनक किरण असतात. काचपरशूमुळें या दिसणाऱ्या सर्व पट्ट्यांस प्रकाशजनक किरण साठलेले असतात, व जांभळ्या टोंकापलीकडे रासायनिक अथवा विकरणकिरण असतात. या पट्ट्यांत फार अरुंद अशा काळ्या रेघा दिसतात, त्या सर्व रेघा पट्ट्यांतील सर्व रंगांत दिसतात. सूर्यप्रकाशाच्या पट्ट्यांतील या काळ्या रेषांचीं स्थानें अगदीं स्थिर ठराविक व अचल असतात. सूर्यप्रकाशाच्या आंतील धगधगीत उष्णता, बाहेरील कमी उष्ण बाष्पमय प्रदेशांतून बाहेर येत असते त्यायोगें या काळ्या रेषांचें अस्तित्व होय. पण तोच त्या ठिकाणीं एखादा कृत्रिम प्रकाश ठेविला, अथवा अचल ताऱ्याचा प्रकाश घेतला, तर ह्या

काळ्या रेषांचीं स्थानें बदलतात; ह्मणजे याहून वेगळीं असतात. विद्युत्प्रकाशाच्या पृथग्भूत् किरणांत, अथवा सप्रकाश अशा बाष्पांत काळ्या रेषांच्या जागीं चकचकीत तेजस्वी रेषा असतात. जर प्रकाश एखाद्या अपारदर्शक पदार्थावर पडून त्याचें परावर्तन होऊन मग त्याचा वर्णलेख घेतला तर त्या प्रकाशाचा जो मूळचा शक्य वर्णलेख, तोच आतांही कायम रहातो. पण जर ह्या अपारदर्शक पदार्थावर एखादें वायुरूप पटल असेल, तर ह्या पटलाच्या रासायनिक धर्मानुरूप या परावृत्तप्रकाशाचा वर्णलेख होतो. नेहमींच्या वर्णलेखांत एका बैठकीवर तीन दुर्बिणी बसविलेल्या असतात. पण ज्योतिषशास्त्रसंबंधीं गोष्टी पहाण्याकरितां, काचपरशूंची अशी विशिष्ट सांगड करतात कीं, विच्छिन्न किरण साक्षात्(direct) पहाण्याची या यंत्रांत सोय केलेली असते.

सन १८६४ नंतर दृग्गोचर झालेल्या सर्व धूमकेतूंचे वर्णलेख घेण्यांत आलेले आहेत. सन १८६८ सालीच्या बार्सेनच्या धूमकेतूचा वरील तत्त्वानुरूप वर्णलेख घेण्यांत आला तेव्हां त्या धूमकेतूच्या केंद्राचा वर्णलेख ह्मणजे एक तेजस्वी पट्टा होता, व तसलाच पण कमी तेजस्वी असा पट्टा, त्या धूमकेतूच्या आवरणाचा होता. याचा अर्थ असा कीं, बार्सेनच्या धूमकेतूचा केंद्र सप्रकाश अशा वायूचा बनलेला आहे, व आवरणांत दुसऱ्यापासून उसने घेतलेलें व परावर्तन पावलेलें तेज असावें. सन १८६८ तील दुसऱ्या म्हणजे विनेकीच्या धूमकेतूच्या वर्णलेखावरून अगदीं असेंच अनुमान निघालें. आतां धूमकेतूचें शरीर ज्या वायूंचें बनलेलें आहे असें दिसतें, ते वायू तरी कोणते ? तसेंच धूमकेतु सूर्यापासून फार दूर गेले तरी दृश्य असतात, तेव्हां त्यांस सूर्यापासूनच उजेड मिळत असावा हें संभवनीय नाहीं; बरें हे वायु सदैव जवळ असतात, ह्मणून स्वयंप्रकाश असे मानावे तर फार वर्षांनीं हिंडून परत येणाऱ्या धूमकेतूंच्या आकारावर या गोष्टीचा परिणाम झालेला दिसत नाहीं. अशा व इतर दृष्टीनें शास्त्रज्ञांनीं बऱ्याच धूमकेतूंचे वर्णलेख आजपर्यंत घेऊन, व त्यांचें काळजीपूर्वक निरीक्षण करून, साधारणतः खालील अनुमान काढलें आहे.

नानाविध पदार्थांत कांहीं असे आहेत कीं, त्यांचे वर्णलेख स्थित्यनुरूप स्थित्यंतर पावतात. कार्बन या पदार्थांत हाच धर्म आहे. तसेंच ऑलिफियंट नांवाचा एक वायु आहे, तो हायड्रोजन व कार्बन यांच्या रासायनिक संयोगानें झालेला आहे; या वायूचा वर्णलेख व धूमकेतूच्या वर्णलेखांपैकीं कांहीं भागाचा वर्णलेख, हे दोन तंतोतंत इतके जुळले कीं, इतकें सादृश्य कोणत्याही दोन पदार्थांत नसेल. या दोन्ही गोष्टींचा शास्त्रज्ञांस धूमकेतूंच्या वर्णलेखांचें परीक्षण करण्यांत फार उपयोग झाला.

सन १८६४ पासून दृग्गोचर झालेल्या सर्व धूमकेतूंचे वर्णलेख घेतलेले आहेत. धूमकेतूंची तेजस्विता फार कमी ह्मणून वर्णलेखकाचा झरोका जरा जास्त उघडून ठेवावा लागतो; त्या योगें वर्णलेख फार फाकत नाहीं; ह्मणून अनुमानांस तितका अडथळा येतो. धूमकेतूंच्या वर्णलेखांत तीन तेजस्वी पट्टे दिसतात. ते वर्णलेखांच्या तांबड्या कडेकडे जास्त जास्तच चकाकीत होत जातात. तसेंच या पट्ट्यांमध्यें सुंदर बारीक तेजस्वी रेषा आहेत, त्यांची तेजस्विता व परस्परांमधील अंतर हीं जांभळ्या कडेकडे कमी कमी होत जातात. त्या तीन पट्ट्यांच्या अस्तित्वामुळें धूमकेतूंवर Hydrocarbon हायड्रोकार्बन आहे असें त्याचें रासायनिक पृथक्करण ठरतें.

याप्रमाणें धूमकेतूंमध्यें मुख्य भाग कार्बन (कोळसा carbon) चा आहे हें पाहून आश्चर्य वाटतें. पृथ्वीवरही तेंच द्रव्य प्रधानभूत आहे, व तें सर्व वनस्पतींत साठलेलें आहे.

धूमकेतूच्या वर्णलेखांत फक्त ह्या हायड्रोकार्बनचेच पट्टे दिसतात असें नाहीं. सन १८८२ च्या उन्हाळ्यांत एक धूमकेतु दिसला त्याचा वर्णलेख प्रोफेसर कोपलंड यांनीं घेतला, त्यांत त्यांस असें आढळून आलें कीं, सोडियम नामक पदार्थाच्या डी रेषेशीं तंतोतंत जुळणारी एक नवी स्वच्छ पिवळी रेषा धूमकेतूच्या वर्णलेखांत दृग्गोचर होते. जेव्हां धूमकेतु सूर्याच्या अति सन्निध येतो तेव्हां ही सोडियमची रेषा जास्तच स्पष्ट दिसते, व त्याबरोबरच हायड्रोकार्बन (Hydro-carbon) चेही तिन्ही पट्टे अंधुक होतात. १८८२ च्या सप्टेंबर महिन्यांत जो मोठा धूमकेतु दिसला, त्याच्या

वर्णलेखांतही हीच गोष्ट सिद्ध झाली. ह्या वेळीं सोडियम शिवाय, लोखंड म्यांगनीज ह्याही धातू दाखविणाऱ्या रेषा दिसल्या; हा प्रयोग तो धूमकेतु आपल्या कक्षेंत नीचीं आला त्याचे दुसरे दिवशीं करण्यांत आला; त्यायोगें सूर्यसान्निध्यानें धूमकेतूच्या अंतरंगांत कशी गडबड उडून जाते हें ध्यानांत आलें.

वर्णलेखांत ह्या चकचकींत रेषांचाच पट्टा दिसतो असेंच केवळ नव्हे तर, काळ्या फ्रॉन हॉफर रेषांचाही प्रादुर्भाव होतो. पांढरा पट्टा उसनवार घेतलेल्या व परावर्तन पावून धूमकेतूस सूर्यापासून मिळालेल्या प्रकाशाचा द्योतक आहे, व काळ्या रेषांवरून असें उघड होतें कीं, धूमकेतूस अति अस्पष्ट कां होईना, पण स्वतःचा असा थोडासा प्रकाश आहे. जेव्हां एखाद्या धूमकेतूस तीन शेंपटें असतात, तेव्हां त्यांपैकीं जी सरळरेषाकृति असेल ती बहुधा हायड्रोजन वायुमय असते; जरा बांकदार असते ती Hydro-carbon हायड्रोकार्बनची बनलेली असते; व फारच कंसाकृति व आंखूड असते तींत लोखंड व म्यांगनीज अथवा ज्यांच्या अणूंचें वजन बरेंच असतें असले कोठले तरी धातु हे घटकावयव असतात. सन १८५८ च्या धूमकेतूस अशा दोन शेंपट्या होत्या. डोनेटीच्या धूमकेतूसही अशाच दोन शेंड्या होत्या.

१२, १, $\frac{1}{4}$ या रकमा हायड्रोजन वायु हायड्रोकार्बन वायु व लोहबाष्प यांच्या परमाणूंच्या व्यस्त प्रमाणांत आहेत. यावरून रशियन ज्योतिषी ब्रेडिचिन यानें असें अनुमान काढिलें आहे कीं, सरळ रेषाकृति शेंडी बनविण्यास लागणारी उत्सारकप्रेरणा सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या १२ पट असते, जरा बांकदार बनविण्यास लागणारी उत्सारक प्रेरणा आकर्षणशक्तीच्या बहुतेक समतोल असते; व खूपच कंसाकार शेंडी बनविण्यास लागणारी उत्सारक प्रेरणा आकर्षण शक्तीच्या सारी $\frac{1}{4}$ च असते. ही उत्सारक प्रेरणा कशापासून उद्भवते हें निश्चयानें सांगतां येत नाहीं; पण सूर्य हा विद्युत्चा जनक अथवा साठा आहे ही गोष्ट विसरतां कामा नये. कांहींचें मत असें आहे कीं सूर्यास जशी आकर्षण शक्ति त्याच्या द्रव्यसंघापासून प्राप्त झाली, त्याप्रमाणेंच ही उत्सारक शक्ति त्याच्या प्रचंड उष्णतेपासून प्राप्त झाली असावी.

धूमकेतूंच्या कक्षा व अशनिसमूहांच्या कक्षा तंतोतंत जुळतात, ह्मणून अशनिसमूहाचें जें रासायनिक पृथक्करण तेंच धूमकेतूंचेंही होय असें ह्मटल्यास वावगें होणार नाहीं. शेफील्ड येथील सॉरबी नांवाच्या खनिज द्रव्यवेत्त्यानें असें ह्मटलें आहे कीं, शेफील्ड येथील मोठ्या भट्टयांत पृथ्वीवर पडलेल्या अशनींपैकीं कांहीं जाळून पाहिले, तेव्हां त्यांमध्यें जे फेरफार होत गेले त्यांवरून असें वाटतें कीं, हे अशनी पहिल्यानें कोणत्या तरी सूर्यांच्याच देहांतून बाहेर पडलेले असावे. धूमकेतूंसही तीच गोष्ट लागू करावयाची काय? तसेंच अशनींच्या रासायनिक पृथक्करणांत असें आढळून आलें कीं, अशनींतील लोखंडांत खूपच हायड्रोजन वायू मिश्रित असतो. तसेंच कित्येक अशनींत कार्बन आहे असेंही खात्रीलायक आढळून आलें. हेंच रासायनिक पृथक्करण धूमकेतूंस लावण्यास हरकत नाहीं. वर्णलेखांवरून धूमकेतूंचें रासायनिक पृथक्करण हेंच आहे असें वर ह्मटलेंच आहे. व सूर्यांस असले अशनींप्रमाणें देह बाहेर फेकण्याची शक्ति आहे हें तर बहुश्रुतच आहे. विश्वांत पहिला धूमकेतु पहिल्यानें संचार करावयास लागला, तेव्हां आपला सूर्य सांप्रत आहे त्या अवस्थेंत मुळींच नव्हता. तेव्हां तो लहान पण जास्त अग्निमय असला पाहिजे. तेव्हां त्याजपासून ग्रह वेगळे झाले नव्हते. ही जर आपल्या सूर्याची स्थिति तर इतर कित्येक सूर्यांचीही तीच असावी. असल्या त्या वेळीं बाल्यावस्थेंत असलेल्या सूर्यांपासून सांप्रतचे धूमकेतु बनले असावे. कदाचित् त्या वेळचे बरेच सूर्य आतां लयास गेले असतील, व आतांही कित्येक बाल्यावस्थेंत असतील; व त्यांपासून पुढें धूमकेतु बनतील. सारांश, पृथ्वीवर माणसें मरतात व नवीन जन्मतात, त्याप्रमाणेंच विश्वांत जुने सूर्य लयास जाऊन नवे नवे उदयास येतात.

सूर्यांपासून प्रचंड धूमकेतु उद्भवतात. लघुकालिक धूमकेतु मात्र शनि, गुरु, प्रजापति, वरुण इत्यादि प्रचंड ग्रहांपासूनच उद्भवले असले पाहिजेत. नाहीं तर त्यांच्या कक्षांचे नीचींचे व उच्चींचे दोन्हीही बिंदु कोणत्या तरी ग्रहाच्या कक्षेसन्निधच कां असावे? म्हणून सूर्यांपासून उद्भवलेली प्रचंड धूमकेतूंची मालिका आहे, तशीच ग्रहांपासून उद्भूत असें लघुकालिक धूमकेतूंचें एक मोठें कुटुंब आहे.

हे लघुकालिक धूमकेतु, ग्रह जेव्हां बाल्यावस्थेंत होते, तेव्हां त्यांच्यापासून जोरानें बाहेर पडलेल्या द्रव्याचे बनलेले असावे. लघुकालिक धूमकेतु ग्रहांपासून उद्भवले असावे असा तर्क करण्यास एक जागा आहे. समजा, आपण फार वेगानें चालणाऱ्या आगगाडींत बसलों आहोंत, व तेथून आपण बाहेर चारी दिशेला, पुढें, मागें, उजव्या हातास, डाव्या हातास दगड फेंकीत राहिलों, तर सर्व दगड आगगाडीच्या अत्यंत वेगामुळें प्रथम कांहीं वेळ आगगाडी ज्या दिशेनें चालली असेल, त्या दिशेकडेच धाव घेतील. जर हे लघुकालिक धूमकेतु ग्रहांपासून बाहेर पडले असतील, तर त्यांची ग्रह ज्या दिशेकडे नेहमीं धाव घेतात तिकडेच धाव घेण्याची प्रवृत्ति असली पाहिजे. खरोखरच असा प्रकार आहे कीं, बहुतेक लघुकालिक व दुर्बिणींतूनच दिसणारे धूमकेतु पश्चिमेकडून पूर्वेकडे, म्हणजे ग्रह ज्या दिशेनें फिरतात त्या दिशेकडे जातात. लघुकालिक धूमकेतूंच्या कक्षांचा ग्रहांच्या कक्षांशीं विक्षेपही फार थोडा आहे, यावरूनही वरील अनुमानास पुष्टी येते. आपण कल्पितों त्याप्रमाणें ही आमची ग्रहमाला जड व निःसत्व नसून, सजीव, वर्धमान व शक्तिमय आहे ही एक गोष्ट यावरून आपणास कळून आली. हें सर्व शास्त्राच्या अध्ययनानें कळतें; व त्यायोगें आपणांस परमेश्वराचें वैभव जास्त समजूं लागतें. परमेश्वराच्या वैभवाची कोठें वाचाळता नाहीं, व कोठें गर्वोक्तिही नाहीं. परमेश्वराचें काम शांतपणें व निमुटपणें पण सतत चालूं आहे, त्याप्रमाणेंच मनुष्य प्राण्यानेंही आपापलें कर्तव्य निमुटपणें व अव्याहत चालू ठेवावें; हा सोनेरी धडा ईश्वरनिर्मित सृष्टिरूप पुस्तकाचें अध्ययन केलें असतां क्षणोक्षणीं उत्कृष्ट रीतीनें शिकविला जातो.

धूमकेतूचें द्रव्य वायुरूप व पारदर्शक असल्यामुळें, जेव्हां एखादा धूमकेतु एखाद्या ताऱ्याजवळ येतो, तेव्हां वक्रीभवनामुळें त्या ताऱ्याचें स्थान पालटतें कीं काय हा प्रश्न साहजिकच उद्भवतो. आपल्या पृथ्वीवरील हवेची वलनशक्ति फार आहे. सूर्यास्त समयीं सूर्याचा साक्षात् अस्त झालेला असला तरीही सूर्य दृश्य असतो. त्यावरून हवेची वलनशक्ति मोजतां येते. धूमकेतूच्या द्रव्यांतील वलनशक्ति

किती आहे याचें काळजीपूर्वक निरीक्षण करण्यांत आलें आहे. एक धूमकेतु दोन ताऱ्यांच्या जवळ येतांना दिसला. त्यांपैकीं एक धूमकेतूंतून दिसत होता व दुसरा प्रत्यक्ष दिसत होता. जर धूमकेतूच्या द्रव्यांत वलनशक्ति अथवा वक्रीभवनशक्ति असती, तर त्या दोन ताऱ्यांतील सापेक्ष अंतर पालटलेलें स्पष्ट दिसतें; पण त्या दोन ताऱ्यांतील सापेक्ष अंतर यत्किंचित्ही पालटलें नाहीं, अथवा कमी झालें नाहीं. त्यायोगें असें दिसतें कीं, धूमकेतूच्या द्रव्यांत वक्रीभवनशक्तीचा अभाव आहे. तथापि सन १८८१ च्या धूमकेतूचें उत्तम रीतीचें परीक्षण करून असें आढळलें कीं, धूमकेतूच्या केंद्राच्या शेजारील भागांत फार थोडी वलनशक्ति असावी.

लघुकालिक धूमकेतूंपैकीं पहिल्यानें पाहिलेला धूमकेतु लेक्सेलचा होय. त्याच्या निरीक्षणावरून असें ठरविलें आहे कीं, ग्रहांच्या आकर्षणानें लघुकालिक धूमकेतूंच्या कक्षा जरी भराभर बदलत जातात, तरी त्या सर्व कक्षांचा एक विवक्षित ठराविक असा साधारण बिंदु असलाच पाहिजे, व त्या बदलणाऱ्या सर्व कक्षा त्या एका ठराविक बिंदूंतून गेल्याच पाहिजेत.

आतां आमच्या हिंदुलोकांच्या प्राचीन ग्रंथांतील धूमकेतूंच्या उल्लेखाविषयीं पाहूं. बृहत्संहितेंतील सर्व ११ वा अध्याय वराहमिहिरानें धूमकेतूच्या वर्णनाकडे सोंपविला आहे. त्यांत त्याचें सारांशानें म्हणणें हें आहे " सहस्रावधि धूमकेतूंपैकीं कांहीं सूर्यापासून उत्पन्न होतात व कांहीं पृथिव्यादि ग्रहांपासून उद्भूत झालेले आहेत, व कांहीं तर चंद्रापासून उत्पन्न झाले आहेत. कांहींचा विस्तार आकाशांत सप्तर्षि, ध्रुव, व अभिजित् येथपर्यंत असतो. " बृहत्संहितेचा टीकाकार भटोत्पल यानें या अध्यायाच्या टीकेंत पराशरादिकांचीं पुष्कळ वचनें दिलीं आहेत. त्यांत तो म्हणतो; " पैतामहकेतूचा प्रदक्षिणाकाल ५०० वर्षें आहे, उद्दालकश्वेतकेतूचा ११० व काश्यपश्वेतकेतूचा १५०० वर्षें आहे; रश्मिकेतूचा १०० वर्षें आहे." ह्यांत उद्दालक, काश्यप इत्यादि जीं धूमकेतूंचीं नांवें म्हणून दिलीं आहेत, तीं ते धूमकेतु त्या त्या ऋषींनीं प्रथम पाहिले असावे ह्मणून दिलीं असावीं. पाश्चात्य युरोपियन राष्ट्रांत धूमकेतूंचीं नांवें अशा रीतीनेंच प्रचलित झालेलीं आहेत.

ज्या धूमकेतूंचा प्रदक्षिणाकाल फारच थोडा आहे, अशा बिनशेंड्या धूमकेतूंचें अवलोकन केलें असतां, एक चमत्कार आढळून येतो. असा धूमकेतु जसजसा सूर्यासन्निध येतो, तसतसा त्याचा आकार कमी कमी होत जातो; व तो जसजसा दूर जातो तसतसा त्याचा आकार वाढत जातो. यास एकच उदाहरण देतां येईल. एक हलकासा ढग घ्या, त्यास जसजशी सूर्याची उष्णता लागत जाईल, तसतसें त्याच्या प्रकृत्यंशाचें घनबाष्परूप जाऊन त्याची अदृश्य वाफ आकाशांत निघून जाईल, व मग तो ढग आकारानें कमी कमी होत जाईल. तद्वतच लहान धूमकेतु जेव्हां सूर्याजवळ जातात, तेव्हां त्यांच्या प्रकृत्यंशाची वाफ अदृश्य बनून उडून जाते, ती नाहींशी होत नाहीं, पण अदृश्यावस्थेंत राहते, त्यामुळें पुन्हां तो धूमकेतु सूर्यापासून दूर गेला म्हणजे ह्या अदृश्य वाफेस घनता प्राप्त होते. १८३५–३६ चा हालेचा धूमकेतु शेवटीं शेवटीं असाच वितळत चालला; पुन्हां तो घनावस्थेप्रत येऊन त्याचें पूर्वरूप त्यास प्राप्त झालें.

धूमकेतु जेव्हां जेव्हां नीचीं येतो तेव्हां तेव्हां त्याच्या शेंडांतील कांहीं भाग बाष्पमय बनून उडून जातो; याप्रमाणें त्याच्या ठराविक भांडवलांतून वरचेवर जर हा खर्च होत चालला, तर केव्हां तरी त्याची सर्व शेंडीच्या शेंडीच या कामीं बळी पडेल. लघुकालिक धूमकेतूंस ही फार मोठी धास्ती आहे, व त्यांपैकीं कांहींजण यायोगें बिनशेंड्ये बनले आहेत. जे धूमकेतु आपल्या सूर्याकडे फारा वर्षांनीं एकदां येतात, त्यांस ही गोष्ट लागूं पडण्यास किती वर्षें लागतील तें मानवी प्राण्यानें निर्मित आंकडे शास्त्रानें मुळींच लिहून दाखवितां येत नाहीं.

कांहीं नियतकालिक धूमकेतु खेरीज करून मोठमोठाले धूमकेतु पुन्हां आपले सूर्यमालेकडे कसे परत येत नाहींत याचें आपणास साहाजिकच आश्चर्य वाटेल. त्यांचें काय होतें हा अर्थातच प्रश्न येऊन पडतो. यास उत्तर एवढेंच कीं, एखादा धूमकेतु सूर्यास एकदां वळसा घालून सूर्यापासून फार दूर गेल्यावर तो जितका दूर जाईल त्यावर त्याचा परत आपल्या सूर्यमालेकडे येण्याचा काल अवलंबून आहे. आपल्या ग्रहमालेंतील अगदीं शेवटचा ग्रह जो वरुण, त्यामध्यें व

आपल्या सूर्यमालेस अगदीं जवळ असणारा तारा यामध्यें कांहींहीं अडथळा नाहीं. केवळ आकाशांतील अवकाश अथवा पोकळी पसरलेली आहे; व या दोहोंतील हें अंतर तरी केवढें मोठें आहे याची मानवी प्राण्यास कल्पनाच येणें कठिण. पृथ्वीपासून सूर्याचें जें अंतर त्याच्या तीसपट अंतरावर सूर्यापासून वरुण हा शेवटला ग्रह आहे. हॅलेचा धूमकेतु ज्याचा प्रदक्षिणा काल फक्त ७५ वर्षें आहे, तो वरुणाच्या फारसा पलीकडे मुळींच जात नाहीं. डोनेटीचा धूमकेतु २१०० वर्षांनीं परत येणार आहे, व तो ज्या अंतरावर सफर करून येणार आहे तें अतिअगाध ह्मणजे पृथ्वीपासून सूर्याच्या अंतराच्या २३८ पट, अथवा वरुण व सूर्य यांतील अंतराच्या ८० पट इतकें मोठें आहे. पण हें अंतर, आपली सूर्यमाला व तिच्या सन्निधचा अतिनजीक तारा यांतील अंतराच्या एक हजार हिस्साही नाहीं; व इतक्या अंतरापर्यंतची यात्रा करून येण्यास प्रचंड धूमकेतूस एक कोटि वर्षें अपुरीं पडतील. ह्या एक कोटि वर्षावधीवरून, सूर्यमालेचा आदिकाल किती अनंत वर्षांपूर्वी होऊन गेला, याचें आपणास थोडेंसें अनुमान करतां येतें. सूर्यमालेविषयीं कालगणनेंत ह्या एक कोटि वर्षांस एकंच्या स्थानीं बसवावें लागतें व मग पुढें मोजावयास आरंभ करावयास हवा. कारण ह्या १ कोटि वर्षांत एका अर्थात् प्रचंड धूमकेतूचा एकच फेरा होतो, व तोही अतिजवळच्या तारेपर्यंत. धूमकेतूंचे असे आजपर्यंत किती तरी फेरे झालेले असतील. आपल्या सूर्यमालेजवळ तो आमच्या देखत एकदांच आला ह्मणून त्याचा हा पहिलाच फेरा ह्मणून मानण्यास आपणापाशीं काय आधार आहे? शिवाय तो धूमकेतु आपणांस अतिजवळच्याच ताऱ्यापर्यंत जाऊन परत आला पाहिजे असें आपण कोण त्यास सांगणार? तो धूमकेतु कदाचित् अनंत सूर्यांसही भेटून आला असेल. या दृष्टीनें पहातां, विश्वाची कालगणना किती अमर्याद आहे! प्रत्येक सूर्यमालेस भेटणारे असे किती तरी धूमकेतु सर्वव्यापि विश्वांत पसरलेले असतील! केप्लरनें एकदां ह्मटलें, " जसे निरनिराळ्या महासागरांत अनंत मासे आढळतात, तसे प्रत्येक सूर्यमालेबरोबर अनंत धूमकेतूंचें साहचर्य आहेच." यावरून या अखिल

विश्वांत किती तरी आकाशस्थ देह पसरलेले आहेत. ! व सर्व विश्व हें एक चमत्कृतिजनक अशा क्रियात्मक व्यापारांत चूर झालेलें आहे. विश्वाचा अफाट विस्तार, विश्वांतील देहांच्या अनंत कक्षा, त्या कक्षांतून फिरणारे अपार देह, व त्यांचें असंख्यात व अतर्क्य वर्षे अव्याहत चाललेलें भ्रमण, या सर्व गोष्टींपुढें मानवाच्या बुद्धीचा काय पाड लागणार ? व मानवाची आयुर्मर्यादा किती कोती पडते ! तेव्हां या थोड्याशा आयुर्मर्यादेंत सर्वांशी प्रेमानें वागून ईश्वराविषयीं ज्ञान मिळविण्यासाठीं तप करण्यांत मानवी प्राण्यानें आपला देह झिजवावा हें त्यास उचित होय.

धूमकेतूच्या शेंड्या कशा उत्पन्न होतात याविषयीं प्रोफेसर टिंडाल यांनीं सोपपत्तिक विवेचन केलेलें आहे. शास्त्रांचें अध्ययन करणारांस प्रोफेसर टिंडाल यांचें नांव माहीत नसणें अशक्यच; ह्मणून त्यांच्या या विषयावरील उपपत्तीचा येथें त्रोटक विचार करूं.

अंतरिक्षांतील सर्व दिशांत ईथर नांवाचा पदार्थ पसरलेला आहे. तो अति हलका, बहुतेक वजनरहित अदृश्य वगैरे आहे असे त्याचे धर्म, शास्त्रीय पुस्तकांतून वर्णिलेले आहेत, त्यांची पुनरुक्ति येथें करण्याचें प्रयोजन नाहीं. सूर्यकिरणामुळें या पदार्थांत तीन तऱ्हेच्या लहरी उत्पन्न होतात. एक प्रकाश लहरी, दुसऱ्या उष्णता लहरी व तिसऱ्या विकरण लहरी (actinic). ह्या लहरींची निरनिराळ्या तऱ्हेची लांबी (wave-length) असणें शक्य आहे. जास्त लांबीच्या लहरीं त्या उष्णता-लहरी मध्यम लांबीच्या त्या प्रकाशलहरी व अति कमी लांबीच्या त्या विकरण लहरी होत. ह्या दरम्यान ज्या लहरींची लांबी असेल, त्यांत हे तिन्ही धर्म कमजास्त मानानें असतात. पाण्यावरील अतिप्रचंड लाटांचा अति मोठाल्या तारवांवरच परिणाम व्हावयाचा, व तेंच एखादें बूच समुद्रांत पडलें तर त्याजवर अतिप्रचंड लाटांचा कांहींच परिणाम होत नाहीं; पण हलक्याशा लाटा आल्यावर मात्र तें बूच मागें पुढें होतें. त्याप्रमाणें ह्या तीन तऱ्हेच्या लहरींचें आहे. बर्फाच्या तुकड्यावर वाटेल तितक्या विकरण-लहरी, अथवा प्रकाश-लहरी येऊन आदळल्या तरी त्यावर त्यांचा कांहींच परिणाम होणार नाहीं; पण त्याच उष्णता-लहरी त्याजवर आदळल्याबरोबर तो

बर्फाचा तुकडा पार वितळून जाईल. हीच गोष्ट ढगास लागू आहे. त्यास उष्णता–लहरींचा स्पर्श झाल्यास, तो वितळून पार नाहींसा होतो. आपल्या डोळ्यांची रचना अशी कांहीं चमत्कारिक आहे कीं, त्यांवर उष्णता–लहरी अथवा विकरण–लहरींचा कांहींच परिणाम होत नाहीं; प्रकाश–लहरींचा तावडतोब परिणाम होतो; असा आपला रोजचा अनुभव आहेच. धूमकेतूच्या प्रकृत्यंशावर उष्णता–लहरी अथवा प्रकाश–लहरी कांहींही परिणाम करूं शकत नाहींत; पण विकरण–लहरींचा हालोहाल परिणाम होतो.

ईथरवरील या लहरींचा व रंगाचा संबंध दाखविला पाहिजे. वर्णलेखाच्या तांबडया टोंकापलीकडच्या प्रदेशांत उष्णता–लहरींचा प्रादुर्भाव असतो. सर्व वर्णलेख प्रकाशलहरींनीं बनलेला असतो. व या प्रकाशलहरींचा जास्तींत जास्ती परिणाम वर्णलेखाच्या पट्टयाच्या मधोमध ह्मणजे पिंवळ्या रंगाजवळ प्रादुर्भूत होतो. विकरण–लहरी वर्णलेखाच्या रक्तनीळ (violet) टोंकापासून सुरूं होतात.

प्रोफेसर टिंडाल यांनीं कांहीं कांच–नलिकांत कांहीं वायु भरिले, त्यांवर तेजोमय उष्णतेचा काय परिणाम होतो तो दिसावा ह्मणून त्यांवर विजेचा चकचकीत प्रकाश पाडला. विजेच्या दिव्याच्या किरणांचा केंद्र, काच–नलिकेच्या बरोबर मधोमध वायूंमध्यें बनेल अशा रीतीनें तो विजेचा दिवा ठेवण्यांत आला. काच–नलिकेंत वायूच भरला असल्यामुळें तो अगदीं अदृश्य असतो, व नलिका रिकामी आहे असें दिसणें साहाजिकच आहे. तो विजेचा दिवा नलिकेजवळ वरीलप्रमाणें नेल्यावर पहिल्यानें नळींत कांहीं आहे असें भासतच नाहीं; पण लागलीच एका क्षणांत असें घडलें कीं, त्या दिव्याच्या प्रकाशानें त्या वायूच्या परमाणूंत विकरण करून, त्या वायूंतील जलमय जेवढे परमाणू तेवढे एकत्र आणले गेले; त्याबरोबर तेवढे जलमय परिमाणु सप्रकाश होऊन चकाकूं लागले, व त्या सतेज जलमयपरमाणूंच्या ढगांतून बाहेर प्रकाश येऊं लागला. विजेच्या दिव्याचा उजेड त्या वायूवर पडण्यापूर्वी तो वायु अगदीं अदृश्य होता; तोच प्रकाश पडल्यावर क्षणार्धांत सप्रकाश झाला व चमकूं लागला; त्यामुळें मग असें समजलें कीं, येथें कांहीं तरी परप्रकाश द्रव्य आहे.

अंतरिक्षांतील निर्वातप्रदेशीं सूर्याचें तेज सर्व दिशांभर पसरलेलें असतें, पण निर्वात प्रदेश बोलून चालून निर्वातच; ह्मणून त्यावर सूर्यप्रकाशाचा कांहींही परिणाम होत नाहीं; व जिकडे तिकडे अंधःकार कायम राहतो. तो सूर्यप्रकाश परक्यास प्रकाशित करण्यास समर्थ होण्यास, कांहींतरी मूर्तद्रव्यावर पडला पाहिजे. या निर्वात- प्रदेशीं पारदर्शक वायूच्या ढगाचे असंख्यात समूह इतस्ततः भ्रमण करीत असतील; पण त्यांचें अस्तित्व, वरील काचनलिकेंतील वायूप्रमाणें अनुकूल स्थिति प्राप्त झाल्याशिवाय कळणें कठीण.असल्या असंख्यात वायु-समूहावर सूर्यप्रकाश पडल्यावर कांहीं वेळानें मग त्या वायु-समूहांतील द्रवरूप परमाणु एकत्र आणले जाऊन त्या परमाणूंत तेजस्वितेचा धर्म येतो. यावरून असें अनुमान करतां येतें कीं, धूमकेतु हे आकाशांत इतस्ततः संचार करणारे वायूसमूह आहेत व सूर्याच्या फांकणाऱ्या किरणांचे ते जेव्हां केंद्र बनतात, तेव्हां ते अग्निमेघाप्रमाणें अथवा आपणास नेहमीं दिसणाऱ्या रूपांप्रत येतात. वरील कांच-नलिकेंत फारच थोडा वायु घातला, तरी अतिलहान असा तेजोमय-बिंदु दृश्य झाल्यावांचून रहात नाहीं; इतकेंच कीं, त्याचें तेज अति अस्पष्ट असल्यामुळें त्या नलिकेच्या पलीकडे त्या वायूच्या दुसऱ्या अंगास जर एखादा चकाकणारा पदार्थ धरिला, तर तो त्या नळींतील अस्पष्ट रीतीनें प्रकाशणाऱ्या वायूंतून अगदीं स्पष्ट दिसतो. यावरून धूमकेतूच्या शेंपटींतून पलीकडला चकचकीत तारा कसा दिसतो हें स्पष्ट होतें.

ह्यावरून धूमकेतु ह्मणजे सूर्याच्या किरणाच्या विकरण-लहरींनीं अदृश्य वायूस दिलेलें एक प्रकारचें दृश्य रूप होय; व त्याची शेंपटी म्हणजे धूमकेतूच्या आवरणांतून निघालेलें व सूर्याच्या उत्सारक शक्तीनें सूर्याच्या उलट अंगास प्रसरण पावणारें द्रव्य मुळींच नसून, सूर्यकिरणाच्या विकरणशक्तीमुळें, सूर्यकिरण त्या वायूवर पडल्याबरोबर त्या किरणासभोंवतीं जमणारे त्या वायूंतील द्रव्यरूप परमाणु होत. प्रकाश-किरण अथवा उष्णताकिरण यांहीं हें कार्य मुळींच होत नसून, सूर्याचे विकरण किरण यास कारणीभूत होत. उष्णताकिरणांचा तर याच्या उलट धर्म आहे; उष्णताकिरण

या वायूस विस्कालित करून त्याची फांकाफाक करून टाकितो. तेव्हां उष्णता किरणांचें विकरणकिरणांवर प्राबल्य झालें तर तो वायु–मेघ पार नाहींसा होतो. धूमकेतु सूर्याच्या या **अंगास** अतिसंनिध असतांना सूर्याच्या फार जवळ जाऊन सूर्यास जेव्हां त्वरित वळसा घालतो, तेव्हां त्याचें भव्य व विशाल शेंपूटही तितक्याच थोड्या वेळांत, सूर्यास कसा वळसा घालील, याची शक्यता या उपपत्तीनें चांगली समजून दिली जाते.

या उपपत्तीच्या भासमान खरेपणाबरोबर, कांहीं कांहीं असंबद्ध गोष्टीही जोडलेल्या आहेत, ही मात्र दुर्भाग्याची गोष्ट आहे.

धूमकेतु सूर्याच्या जवळ जवळ चालला ह्मणजे, त्याच्या केंद्राजवळ प्रकाशित आवरण वाढत जातें, ही गोष्ट प्रोफेसर टिंडालच्या या उपपत्तीनें स्पष्ट होत नाहीं. हें उष्णतेचें कार्य आहे, असें ह्मटलें तर हें आवरण उष्णतेमुळें अदृश्य व्हावें. कधीं कधीं तर हीं आवरणें अनेक असतात.

प्रोफेसर टिंडालच्या उपपत्तींत दुसरी एक जबर अडचण आहे. धूमकेतूचें लक्षपूर्वक अवलोकन केलें असतां तसेंच त्याचे प्रकाशलेख पाहिले असतां, असें स्पष्ट भासतें कीं, धूमकेतूच्या आवरणांतून (envelop) त्याची शेंडी फारच उत्क्षोभनानें व सपाट्यानें बाहेर पडत असते. प्रोफेसर टिंडाल यांच्या उपपत्तींत यावरील दृष्टिगोचर होणाऱ्या प्रकारास मुळींच स्थळ दिलेलें दिसत नाहीं. धूमकेतूच्या शेंडीविषयीं कोणतीही उपपत्ति तूर्त तरी प्रचलित होणें अशक्य आहे कारण धूमकेतूच्या घटनेच्या अध्ययनांत किती तरी घोटाळ्यांत पाडणाऱ्या गोष्टी आहेत; त्यायोगें त्यांविषयीं आजपर्यंत किती तरी उपपत्ति निघाल्या. उदाहरणार्थ, धुमकेतु व अशनिसमूह यांचा जसा संबंध आहे, तसाच धूमकेतूंचा व क्रांतितेजाचाही असावा. लोहचुंबकशक्ति व विद्युत यांचाही धूमकेतूंशीं काय संबंध याचेंही परिशीलन झालें पाहिजे. तसेंच धूमकेतूच्या केंद्राभोंवतीं, आवरणें कशीं बनतात, त्या आवरणांतून फवारे कसे जोरानें बाहेर पडतात, शेंडीच्या रुंदीच्या पट्ट्यांत कोठें काळोख तर कोठें प्रकाश, ही मौज कशानें होते, धूमकेतूच्या शेंपटीच्या शंकूच्या अग्रभागीं अगोदर अंधकारमय प्रदेश

कां असावा, धूमकेतूंस अनेक पुच्छें कां असावीं, एक धूमकेतु फुटून त्या ठिकाणीं जुळे धूमकेतु सर्व अवयव युक्त असे कसे बनतात. ह्या सर्व गोष्टी एकसमयावच्छेदेंकरून ज्या उपपत्तीनें सिद्ध करून दाखवितां येतील तीच उपपत्ति खरी व सर्व व्यापी असें कल्पिलें जाईल, व सर्व शास्त्रांत तीस मान मिळणार आहे. पण येथें हेंही सांगून ठेविलें पाहिजे कीं, या अशा भावि उपपत्तीस वर्णलेखकाची व प्रोफेसर टिंडालच्या वरील उपपत्तीची भरंवसालायक अशी मदत होणार आहे.

एकंदरींत आपणांस असें आढळून आलें कीं धूमकेतू अगदींच स्वैरगति आहेत असें मुळींच नाहीं. त्यांस गुरुत्वाकर्षणाचे सर्व नियम तंतोतंत लागूं पडतात. तसेंच धूमकेतूंची प्राचीनकाळीं धर्मभोळेपणानें फार भीति वाटत असे, व जगाचा सत्यनाश होण्याचें हें एक पूर्वचिन्ह अथवा पताकाच आहे असें पुष्कळांस वाटे; फार तर काय ' धूमकेतु ' हें नांव उच्चारतांच कित्येकांच्या छातींत धडकी बसे. ही सर्व भीति निराधार आहे असें शास्त्रावरून व निरीक्षणानें स्पष्ट झालें आहे. व धूमकेतूचें आगमन हें एक मोठें करमणुकीचें व ज्ञानप्राप्तीचें साधन आहे अशी आपली आतां पक्की खात्री झाली आहे म्हणून आपण न भितां न डगमगतां, व धर्मलंड न बनतां शांत, शुद्ध, व स्थिर अंतःकरणानें सन १९१० सालीं उन्हाळ्यांत मे २३ च्या सुमारास दिसणाऱ्या व क्रांतिवृत्ताशीं १७½° विक्षेप कोण करणाऱ्या हॅलेचा भव्य धूमकेतूचें निरीक्षण करण्याची एव्हांपासून तयारी ठेवूं या.

'धूमकेतु'विषयीं आतांपर्यंत झालेल्या या विवेचनावरून धूमकेतूच्या इतिहासांत मानव गर्वखंडण करण्याजोग्या व अवलोकनास उत्तेजन देणाऱ्या बऱ्याच गोष्टी आहेत असें स्पष्ट होतें. धूमकेतूचें शतकेंच्या शतकें निरीक्षण झाल्यावर आपणांसही त्यांजविषयीं तुटपुंजीच माहिती मिळाली आहे; मिळालेल्या ज्ञानाबद्दल आपण आपलें स्वतःचें अभिनंदन केलें पाहिजे, व याहूनही जास्त मिळावयाचें आहे अशी हुरूप धरिली पाहिजे. सृष्टींतील गूढ व गूढतर गोष्टी उकलून काढण्याची मनुष्याच्या अंगांत शक्ति आहे, अशी धमक धरिली

पाहिजे. पण सृष्टिशास्त्राची ही मौज आहे कीं, त्यांतील अतिगहन शोध लागल्यावर आपण कोठवर आलों याचा तपास मनुष्यप्राणी करूं लागल्याबरोबर त्यास असें आढळून येतें कीं, लाविलेले शोध कांहींच नाहींत; अजून सृष्टि अनंत व अगाध आहे ती आहेच. उदाहरणार्थ, आपणांस धूमकेतूंविषयीं इतकी माहिती झाली आहे, पण धूमकेतूच्या शिरोभागांतून निघणारी शेंडी पहिल्यानें सूर्याकडे धाव घेते, पण सूर्य ताबडतोब उत्सारकप्रेरणा लावून त्या शेंडीस उलट बाजूकडे कां हाकलून लावतो, सूर्याचा नेहमींचा धर्म ह्मणजे प्रचंड आकर्षण शक्ति, तो धर्म अशा समयीं कोठें लपून बसतो कीं काय, व विद्युत् अथवा विजेचा यांत कांहीं संबंध आहे कीं काय; इत्यादि गोष्टींचा मानवबुद्धीस अद्याप निर्णय करतां आलेला नाहीं. तथापि निश्चयानें, धीरानें, धीमेपणानें व अव्याहत श्रमानें हेंही ज्ञान प्राप्त होईल अशी मानवी प्राण्यानें नेहमीं आशा धरिली पाहिजे ह्मणजेच ईश्वर पावतो.

परिशिष्ट अ.

ह्यापुढें दिसणारे कांहीं धूमकेतु.

१९०८–वसंतऋतु–एन्केचा धूमकेतु (प्रदक्षिणाकाल ३$\frac{१}{३}$ वर्षें)

१९०९– उन्हाळा–विनेकीचा धूमकेतु (प्रदक्षिणा काल ५$\frac{१}{२}$ वर्षें)

१९१०– उन्हाळा–हॅलेचा धूमकेतु (प्रदक्षिणा काल ७५$\frac{१}{२}$ वर्षें)

१९११– वसंतऋतु–फेचा धूमकेतु (प्रदक्षिणा काल ७$\frac{१}{२}$ वर्षें)

१९१३– दसंतऋतु– टटलचा धूमकेतु (प्रदक्षिणा काल १३$\frac{३}{४}$ वर्षें.

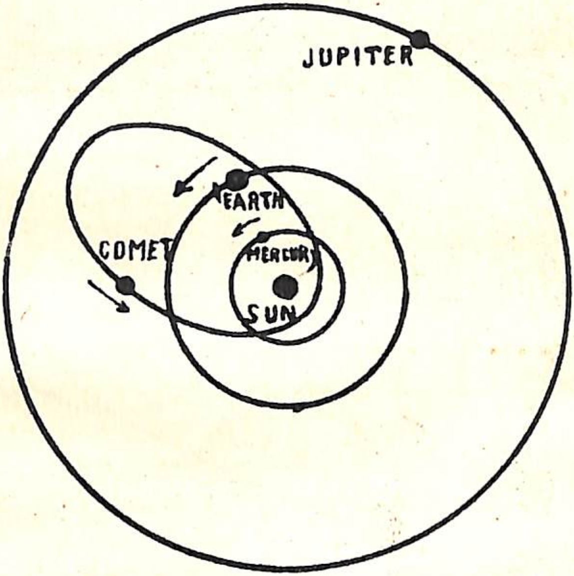
१९३२–उन्हाळा–सिंहराशींतील उल्कापाताशीं संबंध असलेला सन १८६६ चा धूमकेतु (प्रदक्षिणाकाल ३३$\frac{१}{४}$वर्षें)

१९५५–वसंतऋतु–पोन्सनें सन १८१२ त शोधून काढलेला व ब्रूक्सनें सन १८८३ त पुन्हां शोधून काढलेला धूमकेतु (प्रदक्षिणा काल सुमारें ७१ वर्षें)

१९६०–वसंतऋतु–ऑलबर्सनें सन १८१५ त शोधून काढिलेला व ब्रूक्तनें सन १८८७ त पुन्हां शोधून काढिलेला धूमकेतू (प्रदक्षिणा काल सरासरी ७२$\frac{१}{२}$वर्षें)

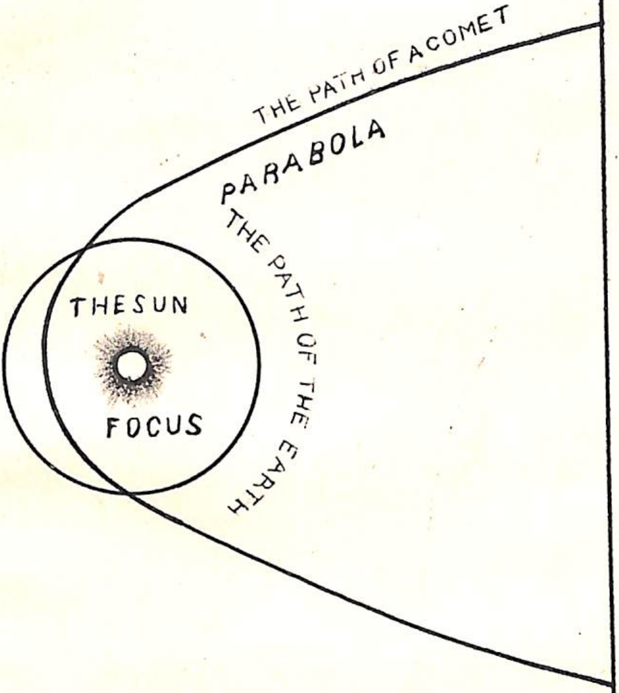
१९८५–च्या मध्यास–आगष्टांतील उल्कापाताशीं संबंध असलेला १८६२ चा तिसरा धुमकेतू (प्रदक्षिणा काळ बहुधा १२३ वर्षें)

एन्केच्या धूमकेतूची कक्षा



THE ORBIT OF ENCKE'S COMET

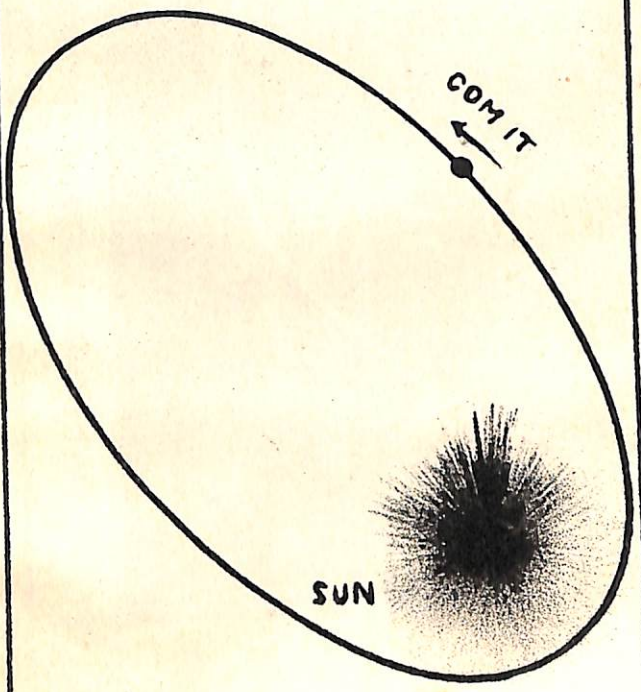
धूमकेतूचा अन्वस्तमार्ग

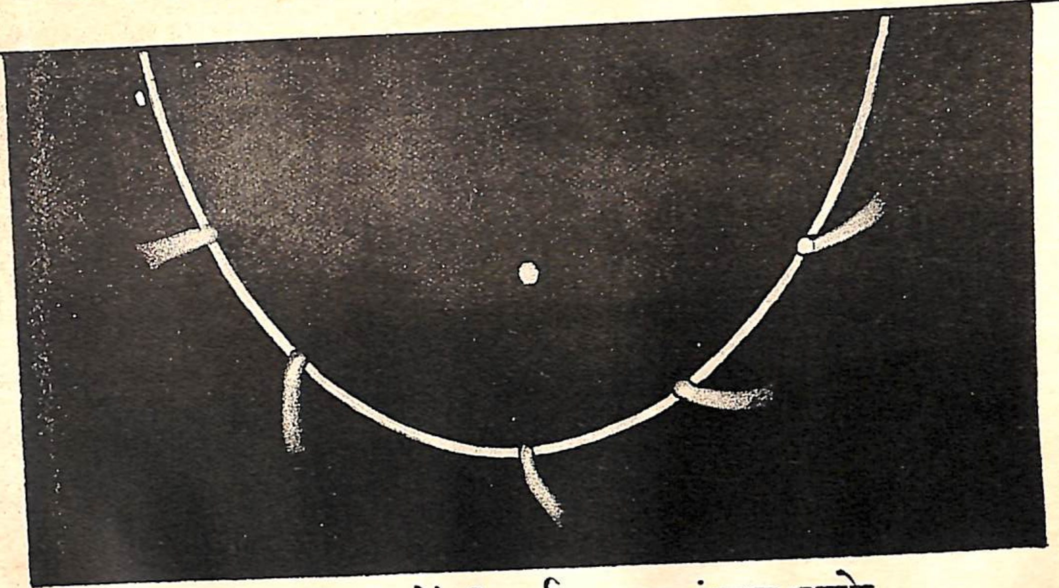


THE PARABOLIC PATH OF A COMET

सूर्याभोंवतीं असलेलें प्रतिबंधक वातावरण

THE RESISTING MEDIUM A ROUND THE SUN





घूमकेतूची शेंपटी सूर्याच्याउलट अंगास असते.



१८८२ चा धूमकेतू



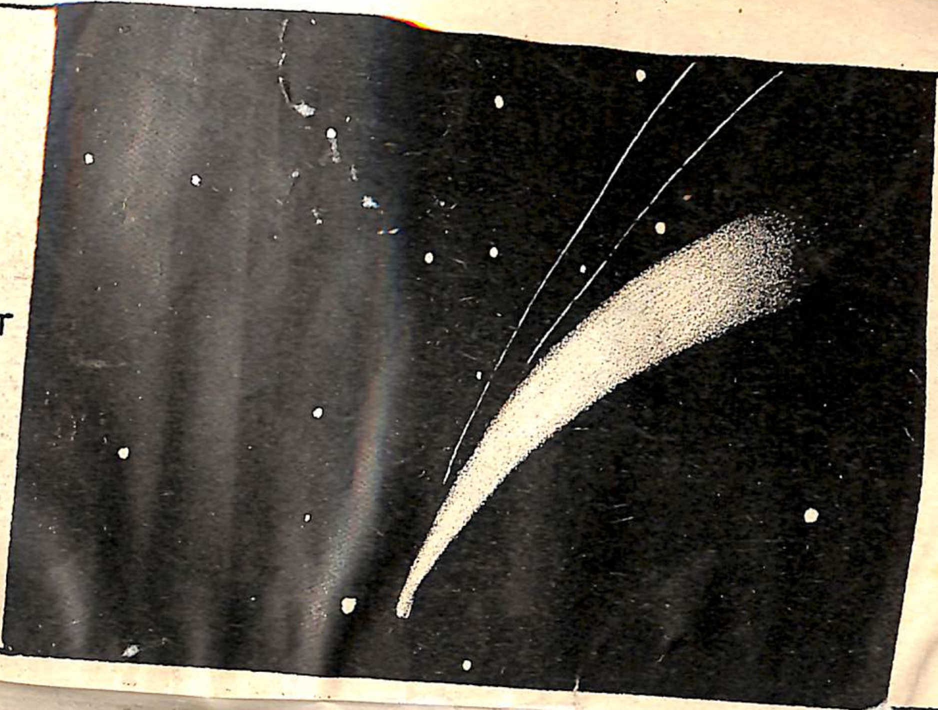
ब्रेडीचिनची धूमकेतूंच्या शेंड्यां विषयीं उपपत्ति

१७४४ चा चेसाचा धूमकेतू



CHESEAUX'S COMET OF 1744

TAILS
OF
THECOMIT
OF
1858



१८५८ च्या
धूमकेतूच्या
शिखा

प्रसिद्ध गणिती कै० शंकर बाळकृष्ण दीक्षित कृत.

अंकगणित.

(अंकगणिताचें शास्त्रीयरीत्या विवेचन.)

भाग पहिला.

अंकगणिताचें खरें मर्म समजून देणारा मराठी भाषेंत हा एकच ग्रंथ आहे. तो किती उत्तम असला पाहिजे हें लेखकाचे नांवावरूनच स्पष्ट होत आहे. ट्रेनिंग कॉलेजांतील विद्यार्थ्यांस उदाहरणांतील अटकळी शिकविण्यापेक्षां, त्यांस अंकगणिताचें सोपपत्तिक ज्ञान झालें तर त्यांसच अटकळींचीं उदाहरणें स्वतः तयार करितां येतील, या दृष्टीनें हा ग्रंथ लेखकानें लिहिला असल्यामुळें, सर्व मराठी शिक्षकवर्गास हा अत्यंत उपयोगी आहे. या भागांत 'प्रमाणगणित' हा विषय तर अत्यंत उत्तम साधला आहे. कै० दीक्षित यांच्या प्रत्येक छात्रानें या ग्रंथाची प्रत संग्रहीं ठेवावी, अशी आह्मी शिफारस करितों. पुस्तकें पुणें येथें आर्यभूषण छापखान्यांत व मुंबई आणि पुणें येथील बुकसेलर्स यांजकडे विकत मिळतील. किंमत १४ आणे टपाल खर्च वेगळा.

सातारा हायस्कूल | कृष्णाजी शंकर दीक्षित,
जानेवारी १९०१. | प्रकाशक.